

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**DOKTORA TEZİ**

**TÜRKİYE'DE DOĞAL YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI  
SİKLAMEN TÜRLERİNDE ABİYOTİK STRES  
KOŞULLARININ BİTKİ GELİŞİMİ VE ÇİÇEKLENME  
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Arda AKÇAL**

**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**

**Tezin Sunulduğu Tarih : 30/04/2012**

**Tez Danışmanı:**

**Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ**

**ÇANAKKALE**

## DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ARDA AKÇAL tarafından PROF. DR. KENAN KAYNAŞ yönetiminde hazırlanan “TÜRKİYE’DE DOĞAL YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI SIKLAMEN TÜRLERİNDE ABİYOTİK STRES KOŞULLARININ BİTKİ GELİŞİMİ VE ÇİÇEKLENME ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ

Danışman

Prof. Dr. N. Mücella MÜFTÜOĞLU

Prof. Dr. M. Ercan ÖZZAMBAK

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Murat ŞEKER

Doç. Dr. Hakan ENGİN

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Sıra No: .....

Tez Savunma Tarihi: 30/04/2012

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

\* Bu Çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından 2009/86 no’lu projeden desteklenmiştir.

## İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

**Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.**

Arda AKÇAL

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma konusunun seçiminde ve tezin gerçekleştirilmesinde bana hep destek veren, çalışmalarım süresince bilgi, öneri, deneyim ve görüşlerini her zaman benimle paylaşan, çok değerli büyüğüm ve danışman hocam Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ'a, çalışmamın her aşamasında desteklerini benden esirgemeyen, tez izleme komitesinde bulunarak görüş ve katkılarıyla bana yol gösteren, Doktora Tezimin Değerli Jüri Üyesi Prof. Dr. N. Mücellâ MÜFTÜOĞLU'na, değerli fikir ve görüşleriyle her zaman yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini aktararak çalışmama katkı sağlayan, Doktora Tezimin Değerli Jüri Üyesi Prof. Dr. M. Ercan ÖZZAMBAK'a, yardımları, paylaşımları ve çalışmam süresince verdikleri desteklerle doktora eğitimime katkı sağlayan Doktora Tezimin Değerli Jüri Üyelerinden Doç. Dr. Murat ŞEKER ve Doç. Dr. Hakan ENGİN hocalarım, Doktora Tezimin arazi ve laboratuvar çalışmaları süresince yardımlarını esirgemeyen değerli çalışma arkadaşlarım Dr. Mustafa SAKALDAŞ, Arş. Gör. Mehmet Ali GÜNDOĞDU ve Arş. Gör. Fatih KAHRIMAN'a, varlığıyla her zaman yanımda olan, maddi ve manevi desteğini hayatım boyunca üzerimde hissettiğim çok sevdiğim annem Aysen AKÇAL ve babam Servet AKÇAL'a, çalışmalarım süresince sürekli özveri göstererek beni teşvik eden sevgili eşim Yasemin AKÇAL ve varlığıyla bana en büyük desteklerden birisini veren canım kızım Nil AKÇAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ARDA AKÇAL

## SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Absorbans
ABA	Absisik asit
Ca	Kalsiyum
CaCl <sub>2</sub>	Kalsiyum klorür
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum karbonat
cm	Santimetre
cm <sup>2</sup>	Santimetrekare
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
Cu	Bakır
dak.	Dakika
DNA	Deoksiribonükleik asit
dS	Desisimens
EAÖF	En Az Önemli Fark
EC	Electrical Conductivity (Elektriksel iletkenlik)
ER	Endoplazmik retikulum
Fe	Demir
g.	Gram
GA <sub>3</sub>	Giberellik asit
GB	Glisin betainin
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
Ha	Hektar
K	Potasyum
KA	Kuru ağırlık
KNO <sub>3</sub>	Potasyum nitrat
KOH	Potasyum hidroksit

m <sup>2</sup>	Metrekare
MDA	Malondialdehit
Mg	Magnezyum
mg.	Miligram
MgCl <sub>2</sub>	Magnezyum klorür
MgSO <sub>4</sub>	Magnezyum sülfat
MZI	Membran Zararlanma İndeksi
mL.	Mililitre
mm.	Milimetre
mM.	Milimol
Mn	Mangan
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Sodyum karbonat
NaNO <sub>3</sub>	Sodyum nitrat
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sodyum sülfat
NaCl	Sodyum klorür
nm.	Nanometre
O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Süperoksit radikal
OH	Hidroksil radikal
P	Fosfor
PE	Polyethylene (Polietilen)
PEG	Polyethylene glycol (Polietilen glikol)
Ppm	Per percent million (Milyonda kısım)
RNA	Ribonükleik asit
ROS	Reactive Oxygen Species (Reaktif Oksijen Türleri)
rpm	Repeat per minute (Dakikada tekrar)
TA	Taze ağırlık
TBA	Tiobarbütirik asit

TCA	Trikloroasetik asit
TuA	Turgor ağırlığı
UV	Ultraviyole
YOSİ	Yaprak Oransal Su İçeriği
Zn	Çinko
µg.	Mikrogram
µmol	Mikromol
\$	Amerikan Doları
%	Yüzde oranı
°C	Santigrat derece

## ÖZET

### TÜRKİYE’DE DOĞAL YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI SIKLAMEN TÜRLERİNDE ABIYOTİK STRES KOŞULLARININ BİTKİ GELİŞİMİ VE ÇİÇEKLENME ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Arda AKÇAL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ

30.04.2012, 155

Bu araştırma, Türkiye’de Anadolu’nun farklı bölgelerinde doğal yayılış gösteren ve aynı zamanda ekonomik öneme sahip bazı siklamen türlerinin (*Cyclamen coum*, *Cyclamen hederifolium*, *Cyclamen cilicium*) abiyotik stres koşulları altında geliştirdikleri korunma mekanizmalarının ortaya çıkarılması, bu abiyotik stres faktörlerinin fizyolojik ve morfolojik özellikler bakımından bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sera ortamında saksı bitkisi olarak yetiştirilen siklamenlerin kuraklık ve tuzluluğa toleranslarının belirlenebilmesi açısından 2009 - 2011 yılları arasında yürütülen çalışmada, bitkiler üzerinde farklı sulama ( $S_{1.0}$ ,  $S_{0.75}$ ,  $S_{0.50}$ ,  $S_{0.25}$ ) konuları denenmiş ve farklı düzeylerde tuz ( K:Kontrol,  $K+1dSm^{-1}$ ,  $K+2 dSm^{-1}$ ,  $K+3 dSm^{-1}$  ) uygulamaları yapılmıştır.

Çalışmada siklamen türlerinin kuraklık ve tuz stresine verdikleri tepkiler bitki fenolojisi, bitki morfolojisi ve bazı fizyolojik büyüme parametreleri bakımından incelenmiştir. Bu kapsamda, bitkilerin çıkış ve çiçeklenme zamanı saptanmış, bitki başına çiçek ve yaprak sayısı belirlenmiştir. Bitkilerin yumru çevresi, yumru yüksekliği ölçülmüş ve yumru ağırlığı hesaplanmıştır. Yapraklarda, sap uzunluğu ve yaprak alanı belirlenmiş, stoma direnci ve membran geçirgenliği ölçülmüş, yaprak biyomasi ve yaprak oransal nem içeriği tespit edilmiştir. Ayrıca bitkilerin biyokimyasal özellikleri bakımından toplam klorofil içeriği, karbonhidrat miktarı, lipid peroksidasyon düzeyi, prolin ve hidrojen peroksit konsantrasyonu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, siklamen türlerinin abiyotik stres faktörleri karşısında bitki gelişimi ve çiçeklenme bakımından birbirlerinden farklı tepkiler verdiği, kurak ve tuzlu koşulların her üç siklamen türü için de bitki büyümesini engellediği tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Siklamen türleri, abiyotik stres, bitki gelişimi, çiçeklenme



## ABSTRACT

### DETERMINING THE EFFECTS OF ABIOTIC STRESS CONDITIONS ON PLANT DEVELOPMENT AND FLOWERING ON SOME CYCLAMEN SPECIES SPREADS OUT NATURALLY IN TURKEY

Arda AKÇAL

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Chair for Horticulture, Doctoral Dissertation

Advisor: Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ

30/04/2012, 155

This research was carried out to investigate defence mechanisms of some cyclamen species (*Cyclamen coum*, *Cyclamen cilicium* and *Cyclamen hederifolium*) that spreads out naturally in different parts of Anatolia in Turkey which are grown under abiotic stress conditions and it was aimed to determine the effects on physiological and morphological changes for plant development and flowering on cyclamen species. In this research that was carried out between the years 2009-2011, in order to investigate the tolerances of cyclamens to the drought and salt which are grown as a pot plant in greenhouse, different irrigation levels ( $S_{1.0}$ ,  $S_{0.75}$ ,  $S_{0.50}$ ,  $S_{0.25}$ ) and different levels of salt (K:Kontrol,  $K+1dSm^{-1}$ ,  $K+2 dSm^{-1}$ ,  $K+3 dSm^{-1}$ ) treatments were applied. In this study, the reactions of cyclamen species to the drought and salt stress in terms of plant phenology, plant morphology and also physiological growing parameters were investigated. In this context, growing and flowering periods were observed and leaf and flower numbers were determined for each plant. Tuber circumference were measured and also tuber weight and tuber height were obtained. The length of petiole, leaf area, stoma resistance, membran permeability, leaf biomass and leaf relative humidity were also confirmed. Furthermore, in terms of biochemical characteristics, total chlorophyll content, carbohydrate content, lipid peroxidation levels, proline and hydrogen peroxide concentrations were determined.

As a result of the research, in view of abiotic stress conditions, cyclamen species affected differently from each other in terms of plant development and flowering and also for each three cyclamen species, it was detected that drought and salinity conditions prevented the plant development.

**Key Words :** Cyclamen species, abiotic stress, plant development, flowering

<b>İÇERİK</b>	<b>Sayfa</b>
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI .....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET .....	viii
ABSTRACT .....	ix
<b>BÖLÜM 1 – GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>7</b>
2.1 Bitkilerde Stres.....	7
2.2. Bitkilerde Kuraklık Stresi (Su Stresi).....	8
2.2.1. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri .....	10
2.2.1.1. Kuraklık Stresinin Bitkiler Üzerindeki Mekanik Etkileri .....	10
2.2.1.2. Kuraklık Stresinin Bitkiler Üzerindeki Metabolik Etkileri .....	12
2.2.1.3. Kuraklık Stresinin Bitkiler Üzerindeki Oksidatif Etkileri.....	13
2.2.2. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Fotosentez Üzerine Olan Etkileri .....	14
2.2.3. Kuraklık Stresine Dayanımda Adaptasyon Mekanizmaları.....	15
2.2.4. Bitkilerde Ozmotik Denge Yönünden Kuraklık Stresinin Etkileri .....	17
2.3. Bitkilerde Tuz Stresi.....	18
2.3.1. Toprakta Tuzluluk .....	18
2.3.2. Sulama Sularında Tuzluluk .....	21
2.3.3. Tuzluluğun Bitkilerde Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Olan Etkileri.....	22
2.3.4. Tuz Stresine Karşı Bitkilerin Geliştirdiği Savunma Mekanizmaları .....	27

2.3.5. Bitkilerde Tuz Stresinin Ozmotik Denge Üzerindeki Etkileri .....	28
2.4. Abiyotik Stres Faktörlerinin Süs Bitkileri ve Geofitler Üzerindeki Etkileri.....	30
2.5. Siklamen Türlerinde Çoğaltma ve Yetiştiricilik .....	36
<b>BÖLÜM 3 – MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>41</b>
3.1. Materyal .....	41
3.1.1. Bitkisel Materyalin Genel Özellikleri.....	41
3.2. Yöntem .....	43
3.2.1. Bitkilerin Yetiştirilme Koşulları ve Denemenin Kurulması.....	43
3.2.2. Bitkiler Üzerinde Gerçekleştirilen Sulama ve Tuz Uygulamaları .....	45
3.2.2.1. Sulama Uygulamaları .....	46
3.2.2.2. Tuz Uygulamaları .....	46
3.2.3. Yetiştirme Ortamı ve Sulama Suyunun Özellikleri .....	48
3.2.4. Sera İklim Verilerinin Ölçülmesi .....	48
3.2.5. Bitkilerde Bazı Fenolojik Parametrelerin Belirlenmesi .....	48
3.2.5.1. Yaprak Çıkış Süresi .....	48
3.2.5.2. Çiçeklenme Başlangıcı.....	48
3.2.5.3. Yaprak Sayısı .....	48
3.2.5.4. Çiçek Sayısı.....	49
3.2.6. Bitkilerde Bazı Morfolojik Parametrelerin Belirlenmesi .....	49
3.2.6.1. Yumruların Çevre Genişliği .....	49
3.2.6.2. Yumru Ağırlığı .....	49
3.2.6.3. Yumru Yüksekliği .....	49
3.2.6.4. Yaprak Alanı .....	49
3.2.6.5. Yaprak Sapı Uzunluğu .....	50

3.2.7. Bitkilerde Bazı Fizyolojik Parametrelerin Belirlenmesi .....	50
3.2.7.1. Yaprak Stoma Direnci.....	50
3.2.7.2. Yaprak Bioması .....	50
3.2.7.3.Yaprak Oransal Su İçeriği .....	50
3.2.7.4. Yaprakta Membran Zararlanma İndeksi .....	51
3.2.8. Bitkilerde Bazı Biyokimyasal Parametrelerin Belirlenmesi .....	51
3.2.8.1. Yaprakta Toplam Klorofil Miktarı .....	51
3.2.8.2. Yaprakta Toplam Şeker Miktarı.....	52
3.2.8.3. Lipid Peroksidasyon Düzeyi .....	53
3.2.8.4. Prolin Konsantrasyonu .....	53
3.2.8.5. Hidrojen Peroksit Konsantrasyonu .....	54
3.2.9. İstatistiksel Analizler .....	54
<b>BÖLÜM 4 – BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>55</b>
4.1. Sera İklim Verileri.....	55
4.2. Siklamen Türlerinde Bazı Fenolojik Özellikler Üzerine Kuraklık ve Tuz Stresinin Etkisi.....	57
4.2.1. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Çıkış Süresi Üzerine Olan Etkisi .....	57
4.2.2. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Çıkış Süresi Üzerine Olan Etkisi .....	58
4.2.3. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Çiçeklenme Başlangıcı Üzerine Olan Etkisi .....	59
4.2.4. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Çiçeklenme Başlangıcı Üzerine Olan Etkisi .....	61

4.2.5. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Çiçek Sayısı	
Üzerine Olan Etkisi .....	62
4.2.6. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Çiçek Sayısı	
Üzerine Olan Etkisi .....	63
4.2.7. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Sayısı	
Üzerine Olan Etkisi .....	65
4.2.8. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Sayısı	
Üzerine Olan Etkisi.....	67
4.3. Siklamen Türlerinde Bazı Morfolojik Özellikler Üzerine Kuraklık ve Tuz Stresinin	
Etkisi.....	68
4.3.1. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yumruların	
Çevre Genişliği Üzerine Olan Etkisi .....	68
4.3.2. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yumruların Çevre	
Genişliği Üzerine Olan Etkisi .....	70
4.3.3. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yumru	
Ağırlığı Üzerine Olan Etkisi .....	71
4.3.4. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yumru	
Ağırlığı Üzerine Olan Etkisi .....	72
4.3.5. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yumru	
Yüksekliği Üzerine Olan Etkisi .....	73
4.3.6. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yumru Yüksekliği	
Üzerine Olan Etkisi .....	74
4.3.7. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Alanı	
Üzerine Olan Etkisi .....	75

4.3.8. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Alanı	
Üzerine Olan Etkisi .....	77
4.3.9. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Sapı	
Uzunluğu Üzerine Olan Etkisi .....	79
4.3.10. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Sapı	
Uzunluğu Üzerine Olan Etkisi .....	80
4.4. Siklamen Türlerinde Bazı Fizyolojik Özellikler Üzerine Kuraklık ve Tuz Stresinin	
Etkisi.....	81
4.4.1. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak	
Stoma Direnci Üzerine Olan Etkisi .....	81
4.4.2. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Stoma Direnci	
Üzerine Olan Etkisi .....	83
4.4.3. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Biomasi	
Üzerine Olan Etkisi .....	85
4.4.4. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Biomasi	
Üzerine Olan Etkisi .....	86
4.4.5. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak	
Oransal Su İçeriği Üzerine Olan Etkisi .....	88
4.4.6. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak	
Oransal Su İçeriği Üzerine Olan Etkisi .....	89
4.4.7. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta	
Membran Zararlanma İndeksi Üzerine Olan Etkisi .....	90
4.4.8. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Membran	
Zararlanma İndeksi Üzerine Olan Etkisi .....	92

4.5. Siklamen Türlerinde Bazı Biyokimyasal Özellikler Üzerine Kuraklık ve Tuz Stresinin Etkisi.....	94
4.5.1. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta Toplam Klorofil Miktarı Üzerine Olan Etkisi .....	94
4.5.2. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Toplam Klorofil Miktarı Üzerine Olan Etkisi .....	95
4.5.3. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta Toplam Şeker Miktarı Üzerine Olan Etkisi .....	96
4.5.4. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Toplam Şeker Miktarı Üzerine Olan Etkisi .....	98
4.5.5. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Lipid Peroksidasyon Düzeyi Üzerine Olan Etkisi.....	99
4.5.6. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Lipid Peroksidasyon Düzeyi Üzerine Olan Etkisi.....	100
4.5.7. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta Prolin Miktarı Üzerine Olan Etkisi .....	101
4.5.8. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Prolin Miktarı Üzerine Olan Etkisi .....	103
4.5.9. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta Hidrojen Peroksit Miktarı Üzerine Olan Etkisi .....	104
4.5.10. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Hidrojen Peroksit Miktarı Üzerine Olan Etkisi .....	106
4.6. Kuraklık ve Tuz Stresi Altındaki Siklamen Türlerinde Yapraklarda Görülen Bazı Önemli Özellikler Arasındaki İlişkiler .....	107

<b>BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>121</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>132</b>
<b>Çizelgeler .....</b>	<b>I</b>
<b>Şekiller .....</b>	<b>V</b>
<b>Özgeçmiş .....</b>	<b>X</b>



**BÖLÜM 1****GİRİŞ**

Küresel ısınmanın doğal bir sonucu olarak ortaya çıkan küresel iklim değişikliği artık günlük yaşantımızda sıkça karşılaştığımız kavramlardan biri haline gelmiştir. Geçmiş yıllara göre giderek artan kurak dönemler ve her sene daha zorlu geçen kış mevsimi, önümüzdeki yıllarda yaşanabilecek meteorolojik değişimlerin habercisi olurken, küresel iklim değişikliği konusunda meydana gelen son gelişmeler ve günümüzde yapılan araştırmaların birçoğu dikkatleri bu yöne doğru çekmektedir. Watson (2001), iklim değişikliğinin, ekosistemlerin bileşimini bozarak biyolojik çeşitliliği, ormanları ve tarımsal üretkenliği etkileyeceğini belirtmiştir. Son 20 yıl içerisinde küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişiklikleri mevcut olan su kaynaklarının giderek azalmasına yol açmakta, yıllık yağışlarla oluşan suyun %55'i toprak ve bitki yüzeyinde meydana gelen buharlaşma neticesinde kaybolmakta, %8'i ise yüzey akışları nedeniyle kullanılamamaktadır (Anonim, 2009a; Kuşvuran, 2010). Özellikle yağış rejiminin düşük olduğu yaz aylarında yükselen sıcaklıklara bağlı olarak bitkilerde transpirasyon ve evaporasyonun artması sonucu su kayıpları yaşanmakta, yetiştiriciler tarafından daha sık aralıklarla ve daha fazla sulama yapılması gerekmektedir. Diğer taraftan aşırı sulama veya sulama düzensizlikleri topraktaki tuz oranının belirli sınırların üzerine çıkması sonucunda doğal bitki örtüsü ve kültür formlarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de kullanılabilir su miktarında meydana gelen azalmalar, en başta tarım sektörü için tehlike yaratırken, bu durum diğer çevresel faktörlerle birleşerek bitki türleri üzerinde stres unsurlarının oluşumuna neden olmuştur.

Bitkilerde önemli fizyolojik mekanizmaları harekete geçirerek metabolik değişimleri başlatmak suretiyle, büyüme ve gelişme olaylarını olumsuz biçimde etkileyen, ürünlere nitelik ve nicelik bakımından kayıp verdiren, bitki veya bitkinin organlarında ölüme yol açabilen faktörlerin tamamı 'stres' olarak ifade edilmektedir.

İklimsel açıdan çevre koşullarında meydana gelen değişimler neticesinde, bitkilerin yaşam alanlarında bir veya birden fazla etmenin rol oynaması, stres oluşumunu hızlandırmakta, diğer taraftan bitkisel metabolizmanın yavaşlaması ve durma noktasına gelmesi, bitkilerin buldukları ekolojik koşullara adaptasyonunu da geciktirmektedir. Sonuç olarak, stres, bitkilerin biyosentetik kapasitesini azalttığı gibi normal fonksiyonlarını değiştirmekte ve geri dönüşümü olmayan hasarlara neden olabilmektedir.

Tarımsal üretim açısından stres, bitkilerin doğada geniş alanlarda yayılış göstermelerini kontrol altına alabilen, büyüme ve gelişmelerini doğrudan etkileyerek ürün kalitesi ve verimliliğini önemli ölçüde sınırlandıran, abiyotik (kuraklık, tuzluluk, radyasyon, düşük veya yüksek sıcaklık, don v.b.) ve biyotik (insan, yabancı bitki, hayvan, böcek gibi zararlılar ile hastalık meydana getiren fungus, bakteri, virüs v.b. mikroorganizmalar) kökenli etmenler olarak tanımlanmaktadır.

Dünya üzerinde gerçekleştirilen tüm tarımsal faaliyetleri etkileyen en yaygın abiyotik stres etmenleri ise kuraklık ve tuzluluktur. Bu çevresel stres faktörleri, birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler olayı tetiklemekte ve buna bağlı olarak bitkiler sınırlı çevresel koşullara adapte olmayı sağlayacak tolerans mekanizmaları geliştirebilmektedir.

Kuraklık stresi veya diğer bilinen adıyla su stresi, toprakta bitkiye yarayışlı su miktarının azalması, atmosferik koşulların etkisiyle transpirasyon ve evapotranspirasyon sonucu su kaybının devam etmesi şeklinde ifade edilmiştir (Hsiao, 1973).

Su stresi; yüksek sıcaklık, radyasyon, buharlaşma, donmuş toprak, toprak kuruluğu veya tuzlu topraklarda suyun bağlı olması durumlarında gerçekleşmektedir. Bitki üzerinde oluşan bu stres kısa süreli veya uzun süreli olabilir. Su stresinin uzun sürmesi ve yeterli su alımının gerçekleşmemesi, geri dönüşümü olmayan reaksiyonlara yol açarak bitkiyi ölüme götürebilmektedir (Larcher, 2003).

Abiyotik stres etmenleri içerisinde yer alan diğer önemli bir faktör de tuzluluktur. Tuzluluk, özellikle kurak ve yarı kurak alanları tehdit etmesi bakımından bugün yetiştiricilikte önemli bir sorun haline gelmiştir. Tarımsal alanlarda, toprak ve sulama sularında tuzluluğun artması, toprağın yapısını bozmakta, bitkilerin ürün kalitesi ve verimliliğini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Her geçen yıl tuzluluktan olumsuz biçimde etkilenen alanların sayısı hem dünya hem de ülkemizde sürekli artış göstermektedir. Szabolics (1985), dünyanın yaklaşık %7'sinin, kültüre alınmış alanların %20'sinin ve sulama yapılabilen alanların neredeyse yarısının tuzluluktan etkilendiğini bildirmiştir.

Toprak tuzluluğunun yanı sıra, bitki büyüme ve gelişimi için sulama suyuyla birlikte uygulanan temel kimyasal gübrelerin de farklı tuzlar içermesi bitki gelişimi açısından üzerinde durulması gereken bir konudur. Toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttığında ve su potansiyeli azaldığında, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyeli düşmekte ve bitki bu şekilde tuz stresine girmektedir. Tuz stresi, bitkilerin makro, hücresel ve moleküler düzeyinde bir dizi değişimlere sebep olmaktadır. Tuzluluk, bitki hücrelerinin su ve iyon içeriğini, fotosentetik pigment, protein ile karbonhidrat içeriğini değiştirmekte, kloroplast yapısını bozmakta ve hücresel düzeyde buna benzer birçok yapıyı etkilemektedir.

Canlıların birçoğu için yaşamın kaynağı olarak nitelendirilen suyun değeri, küresel ısınmanın meydana getirdiği kuraklık neticesinde biraz daha artmış, bu durum peyzaj çalışmaları açısından su tasarrufunun önemini net olarak ortaya çıkarmıştır. Son yıllarda dış mekan süs bitkilerinin kullanıldığı bahçe düzenlemelerinde de, su isteği yönünden kanaatkar veya kurağa dayanımı yüksek olan türler tercih edilmeye başlamıştır. Sürdürülebilirlik kavramıyla bağlantılı olarak doğal tür ve genotiplerin hastalık ve zararlılar ile tuz, düşük ve yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi çevresel stres faktörlerine dayanıklılıkları fazladır (Karagüzel, 2007).

Yeşil alanların oluşturulmasında öncelikle doğal bitki türlerine yer verilmelidir. Çünkü doğal bitkiler yabancı kökenli bitkilere oranla daha dayanıklıdır ve uygun biçimde yetiştirildikleri takdirde bölgesel ekstrem iklim şartlarından daha az etkilenirler. Bunun yanı sıra doğal bitkiler yerel çevre koşullarına en iyi şekilde uyum sağlarlar, toprak verimliliğine katkıda bulunurlar, erozyonu azaltırlar ve genellikle diğer bitki türlerine oranla daha az su, gübre ve ilaca gereksinim duyarlar (Barış, 2007). Bu bakımdan artık peyzaj uygulamalarında farklı sıcaklıklara, kurağa ve tuzluluğa toleransı yüksek olan doğal türlerle çalışılması, bitkilerin bakım maliyetlerini azaltmasının yanında yetiştirme koşullarına adaptasyonu hızlandırarak, hastalık ve zararlılarla savaşım yönünden kolaylık sağlamaktadır.

Gelişme sürecinde bitkiler için göz önünde bulundurulmuş ana unsurlar sıcaklık, gün ışığı, bazı bitki besin elementleri ve su kaynağıdır. Bu parametreler doğrultusunda elde edilen araştırma sonuçları birçok bitki için kullanılabilir durumda olsa da geofit türleri için aynı şey söz konusu değildir. Günümüzde birçok soğanlı bitki türünün fizyolojik özelliklerinin bilinmesine karşın stres koşulları altında yetiştiricilik ve sulama yönetimine ilişkin bilgiler ve bu konuda yapılmış çalışmalar henüz yeterli düzeye ulaşamamıştır.

Soğanlı bitkiler (Doğal çiçek soğanları); toprak altı organları başkalaşıma uğramış gövde yapısında olup hayatlarının büyük kısmını bu organlarıyla sürdüren ve “geofit” olarak adlandırılan bitkilerdir.

Geofitler, toprak üstündeki kısımları büyüme mevsimi tamamlandıktan sonra sararır, solan ve sonunda kuruyarak ölen, buna karşılık toprak altında bulunan ve soğana benzeyen depo organlarıyla yaşamlarını sürdürmeyi sağlayan bitkilerdir. İki veya daha çok yıllık bitkiler olan soğanlı bitkilerin toprak altındaki organları aslında gıda maddesi depolamak üzere özelleşmiş gövdelerdir. Soğanların merkeze yakın kısımları her yıl tekrar sürgün vererek çiçek açar. Çiçeklenme ve tohum döneminden sonra toprak altındaki soğanlar uyku dönemine geçerler (Ergun ve ark., 1997).

Ülkemiz geofitler yönünden çok zengindir. Ülkemizdeki geofitler insanlar tarafından tahrip edildiği için koruma altına alınmışlardır. Geçmişte ülkemizden sökülen geofitlerin hemen hepsine yakını Hollanda'ya ihraç edilmiş ve buradan tekrar diğer ülkelere ve Türkiye'ye satılarak park, bahçe, peyzaj çalışmalarında kullanılmışlardır. Hatta içerdikleri alkaloidler nedeni ile tıbbi olarak da değerlendirilmişlerdir (Özzambak ve ark., 2007).

Flora ve fauna açısından Avrupa'da oldukça önemli bir konuma sahip olan Türkiye'de yaklaşık olarak 10 000 bitki türünün var olduğu bilinmektedir. Bu bitki türleri içerisinde yaklaşık 800 kadarının ise geofitlerden oluştuğu tahmin edilmektedir (Anonim, 2009b). Ülkemizde yetişen geofit türlerin birçoğu hem ülke içinde hem de yurtdışında ekonomik önem taşımaktadır. Türkiye'den her yıl yaklaşık 20 kadar doğal çiçek soğanı türü sökülerek başta Hollanda olmak üzere İsviçre, Danimarka ve İngiltere'ye soğan olarak ihraç edilmektedir. İhracattan elde edilen gelir ise hemen her yıl yaklaşık aynı düzeylerde seyretmekte olup 2 ila 3 milyon \$ arasında değişmektedir (Karagüzel, 2009).

Global düzeyde yaşanan iklim değişiklikleri ile birlikte etkisini arttıran kuraklık ve tuzluluk gibi çevresel etmenler son yıllarda geofitlerin de doğada zarar görmesine neden olmaktadır. Geofitler özellikle yaz aylarını düşük yağış miktarına sahip ortam içerisinde geçirmekte, yüksek ışık şiddeti ve yüksek sıcaklık gibi birçok çevresel stres koşulları altında yaşamlarını sürdürmektedir. Ortamdaki su noksanlığı, yükseklik, sıcaklık, yüksek veya düşük ışık yoğunluğu gibi faktörler geofitler üzerinde abiyotik stres etmenlerinin oluşumuna yol açmaktadır.

Günümüzde abiyotik stres faktörlerine karşı bazı kültürel önlemler alınabilse de bu önlemler sınırlı, maliyetli ve zaman alıcı olduğundan çok tercih edilmemektedir. Bu bakımdan tuzluluk ve kuraklığa dayanıklı geofit türlerin süs bitkisi sektörüne kazandırılması uzun vadede daha pratik ve kalıcı bir önlem olacaktır. Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde de tercih edilen örtüaltı süs bitkileri yetiştiriciliği, özellikle tuz ve kuraklık stresine toleranslı doğal yayılışa sahip bitki türlerinin belirlenmesine, bu alanların daha aktif kullanılmasına ve değerlendirilmesine imkân tanıyacaktır. Bu açıdan diğer geofitlerin yanı sıra özellikle siklamen türleri üzerinde yapılacak fizyoloji ağırlıklı araştırmalar bu konudaki eksikliklerin giderilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Çuhaçiçeğigiller (*Primulaceae*) familyasından olan *Cyclamen* cinsi 21 kadar türü içermektedir. Siklamenin orijini Akdeniz havzası olup, Güney Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika'da yayılış göstermektedir. Siklamen, ülkemizde aralarında altı tanesi oldukça sınırlı yayılış gösteren toplam on türle temsil edilmektedir (Mathew ve Özhatay, 2001).

Siklamen türleri genellikle kuru havanın hakim olduğu yazları, toprak altında, yumru şeklinde şişkin gövdeleriyle dormant halde geçiren, yuvarlaktan kalp şekline kadar değişen karakteristik yaprak formları, gümüşü desenlere sahip koyu ve açık yeşil yaprak renkleri ve uzunlamasına kıvrılmış petallere sahip çiçek yapısıyla doğanın dikkat çekici bitkilerindendir. Sonbaharda veya ilkbaharda çiçeklenebilen türleri bulunur. Çiçek renkleri kremden pembe tonlarına kadar değişkenlik gösterir. Siklamenin bitki organlarını korumaya yönelik kendi içerisinde oluşturduğu fizyolojik savunma mekanizması, bitkiyi diğer geofit türler içerisinde farklı kılan önemli özelliklerden birisidir. Birçok siklamen türünde çiçek saplarının döllenmeden sonra spiral şeklinde kıvrılarak tohum kapsüllerini toprağa çektiği; böylece tohumlarını otlayan hayvanlardan, rüzgarın ve güneşin kurutucu etkilerinden uzaklaştırdığı belirtilmiştir (Mathew ve Özhatay, 2001).

Yılın farklı dönemlerinde çiçeklenebilen türlerini bir arada bulundurmaları nedeniyle süs bitkisi olarak da kullanılabilen siklamenin, yumrularında bulunan zank, pektin, şeker ve saponin karakterli glikozitler gibi bir takım biyokimyasal maddeler nedeniyle kimya ve ilaç sanayinde de hammadde olarak yararlanıldığı belirtilmektedir (Gökçeoğlu ve Sukatar, 1985).

Son yıllarda orman alanlarının amacı dışında değerlendirilerek tarım alanına dönüştürülmesi, yerleşik nüfusun artması ve buna paralel olarak sanayileşme, inşaat ve turizmde meydana gelen gelişmeler, birçok geofit türde olduğu gibi siklamenin de doğal yaşam alanlarının yok edilmesine yol açmıştır. Ormanlık alanların seyrekleşmesi ve yoğun otlatma baskısı özellikle yarı gölge yerleri tercih eden pek çok siklamen türü için uzun vadede ciddi tehlike yaratırken, aynı zamanda iklimde görülen değişiklikler özellikle bazı habitatlara uyum sağlayarak lokalize olmuş doğal siklamen türleri için risk oluşturmaya başlamıştır. Ayrıca, çok uzun yıllardır Türkiye’de milyonlarca siklamen yumrusu doğadan toplanarak ihraç edilmektedir. Halen yürürlükte olan Soğanlı Bitkiler Yönetmeliği’yle, Türkiye’den bazı siklamen türlerinin ihracatı yasaklanmıştır. Bununla birlikte aynı yönetmeliğe göre *Cyclamen hederifolium*, *Cyclamen coum*, *Cyclamen cilicium* bir kota sistemi çerçevesinde doğadan toplanarak ihraç edilmektedir (Mathew ve Özhatay, 2001).

Avrupa Topluluğuna ihraç edilen doğal siklamen yumrularının %80’i ülkemiz doğasından özellikle de Karadeniz, Ege ve Akdeniz bölgelerinin kuzey-batı kesimlerinden toplanmaktadır. *Cyclamen coum* ile *Cyclamen cilicium*’un ihracatı tamamen doğadan sökülerek gerçekleştirilmekte, *Cyclamen hederifolium* ise büyük oranda doğadan toplanarak ihraç edilmektedir (Müftüoğlu ve ark., 2006).

Bütün siklamen türleri CITES (Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretini Düzenleme Sözleşmesi) listesinde yer almaktadır. Bu bitkilere ait yumruların ihraç edilebilecek adet ve büyüklükleri Resmi Gazetede her yıl yayınlanmaktadır. Buna göre *Cyclamen hederifolium* için 2012 yılına ait sadece üretimden 2 000 000 adet, *Cyclamen coum* için doğadan 600 000 ve üretimden 150 000 olmak üzere toplam 750 000 adet, *Cyclamen cilicium* içinse doğadan 100 000 ve üretimden 200 000 olmak üzere toplamda 300 000 adet yumrunun ihraç edilebilmesine belirlenen bu kotalar dahilinde izin verilmiştir. İhraç edilebilecek yumruların çevre genişlikleri ise *Cyclamen hederifolium* için 10 cm ve diğer iki siklamen türü içinse 8 cm olarak belirlenmiştir (Anonim, 2012).

İhracatı yapılan doğal siklamen türlerinin tohumdan üretilip ihracat boyuna getirilmeleri üzerine yapılan bir araştırmada her üç siklamen (*Cyclamen hederifolium*, *Cyclamen coum*, *Cyclamen cilicium*) türünün de kültürel koşullarda rahatlıkla üretilbileceği görülmüş, ihraç edilen miktarın tamamına yakını doğadan karşılanan siklamen dışsattımının kültürel koşullarda üretim sonucu elde edilen yumrulardan oluşmasının hem doğanın korunması hem de ihracatın artması açısından yararlı olacağı ifade edilmiştir (Aksu ve ark., 2002 b).

Bu araştırmada, Türkiye’de doğal yayılış gösteren bazı siklamen türlerinde (*Cyclamen hederifolium*, *Cyclamen coum*, *Cyclamen cilicium*) abiyotik stres koşullarının bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmada, siklamen türlerinin kurak ve tuzlu şartlardaki gelişimlerinin incelenerek, elde edilen bulguların yetiştirme tekniği açısından süs bitkileri sektöründe kullanılabilmesi hedeflenmiştir. Diğer taraftan araştırmamızın, bu türlerin yoğun olarak yayılış gösterdiği Batı Karadeniz Dağları, Kazdağı ve Toros Dağları civarındaki bölgelerde koruma altına alınması ve doğadan toplanmak yerine bu yörelerde alternatif bir tarım ürünü olarak değerlendirilmesi için yapılacak çalışmalara da katkı sağlaması beklenmektedir.

## BÖLÜM 2

## ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

## 2.1. Bitkilerde Stres

Bitkilerin yaşamları süresince doğal olarak yetiştikleri alanlarda kısıtlayıcı nitelikte, büyüme, gelişme ve çoğalmalarını engelleyebilen pek çok stres faktörünün etkisi altında kaldıkları bilinmektedir (Reddy ve ark., 2004). Levitt (1980)'e göre bitkilerin maruz kaldıkları çevre faktörleri, kalite ve verimlilik üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu faktörleri iklim, toprak, doğal olmayan kirleticiler, hayvanlar ve diğer bitkiler ile rekabet şeklinde sınıflandırmak mümkündür. Verimli bir yetiştiricilik için bitkilerin optimum çevre isteklerinin karşılanması gerekir. Bu optimum isteklerde meydana gelen en küçük sapma o bitki için stresi meydana getirir. Biyologlar canlı organizmalar açısından elverişli olmayan herhangi bir çevre faktörü için “stres” terimini benimsemişler, elverişsiz bir çevre faktörüne karşı bitkinin hayatta kalabilme yeteneğine ise “stres direnci” adını vermişlerdir.

Bitkilerde stres faktörlerinin biyotik veya abiyotik kökenli olabileceği bir çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Çizelge 1) (Levitt, 1980; Linchtenthaler,1996; Kaçar ve ark., 2006).

Çizelge 1. Bitkilerde Biyotik ve Abiyotik Çevresel Stres Etmenleri

Abiyotik etmenler		Biyotik etmenler
Fiziksel etmenler	Kimyasal etmenler	
Kuraklık (Su Noksanlığı)	Hava kirliliği	Yabancı otlar
Sıcaklık	Bitki besin elementleri	Hayvansal zararlılar (Böcekler,
Radyasyon	Pestisitler	Kırmızı örümcek, Nematodlar)
Su baskını	Toksinler	Hastalıklar (Fungal, Bakteriyel
Mekanik etkiler (rüzgar, kar ve buz örtüsü)	Tuzlar	ve Viral )
	Toprak çözeltisi pH'sı	Mikroorganizmalar

Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında doğal bir stres faktörü olan kuraklık stresi % 26'lık payıyla en büyük dilimi içermektedir. Bunu % 20 ile tuz stresi ve % 15 ile soğuk ve don stresi takip etmektedir. Bunların dışında kalan diğer tüm stresler % 29'luk bir pay alırken, yalnızca % 10'luk bir alan herhangi bir stres faktörüne maruz kalmamaktadır (Blum, 1986).

## **2.2. Bitkilerde Kuraklık Stresi (Su Stresi)**

Bir bölgede nem miktarındaki geçici dengesizliğin o bölgedeki su kıtlığı ile ilişkisi olarak ifade edilen kuraklığın, doğal bir iklim olayı olduğu ve herhangi bir zamanda herhangi bir yerde meydana gelebileceği belirtilmiştir (Farrant, 2000).

Kuraklık, yağışın normal düzeyinin çok altında olduğu koşullarda ortaya çıkan ve arazi kaynakları ile üretim sistemlerini olumsuz yönde etkileyerek ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan, doğal oluşumlu bir olaydır (Anonim, 1995).

Kuraklık genel anlamda meteorolojik bir olgu olup toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemdir. Yağışsız dönemin kuraklık oluşturması; toprağın su tutma kapasitesi ve bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapotranspirasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Jones, 1992; Kozlowsky ve Pallardy, 1997).

Bitkilerde çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik yanıtların oluşmasına neden olan kuraklık, çok yönlü bir abiyotik stres faktörüdür (Belgati, 2008). En yaygın çevresel streslerden biri olan kuraklık neredeyse bütün metabolik işlevleri etkilemekte ve bitkilerde ürün kaybına neden olmaktadır (Ünyayar ve ark., 2005).

Schwanz ve Polle (2001), bitkilerin yaşamlarını sürdürürken toprakta bulunan sudan faydalandığını ve kendileri için gerekli olan besleyici elementleri kökleri vasıtasıyla yine topraktan bünyelerine alabildiğini bildirmiş, bütün karasal bitkilerin normal büyüme ve gelişmelerini tamamlayabilmeleri için serbest suya ihtiyacı olduğunu, eğer ortamda ulaşılabilir uygun termodinamik su çok az ise bitkinin kuraklık stresine maruz kalabileceğini ifade etmişlerdir. Jenks ve Hasegawa (2005), kullanılabilir suyun zamanla azalmasına bağlı olarak bitkiler üzerinde meydana gelen su stresinin, bitki türlerinin dağılımını ve bitki verimliliğini etkileyen en önemli kısıtlayıcı unsurlardan biri olduğunu, kuraklığa maruz kalan tarım alanlarında %50 veya daha fazla ürün kaybı meydana geldiğini belirtmiştir.

Kuraklık genel olarak su noksanlığı ve kuruma olarak iki şekilde gerçekleşmektedir. Su noksanlığı, stomalarda kapanmaya ve gaz değişiminde kısıtlamaya neden olan orta düzeydeki su kaybıdır. Oransal su kapsamının yaklaşık %70 oranında kaldığı hafif su noksanlığına maruz kalan bitkilerde stomaların kapanmasına bağlı olarak karbondioksit alımı kısıtlanmaktadır. Kuruma ise, metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulmasına ve sonunda enzimle katalizlenen reaksiyonların durmasına neden olabilecek potansiyele sahip olan aşırı miktardaki su kaybı olarak tanımlanabilir (Smirrnoff, 1993).



Kocaçalışkan (2003)'a göre bitkiyi strese sokan en önemli faktör; topraktaki su potansiyelinin azalmasıdır. Çünkü transpirasyonla olan su kaybı, eğer toprakta yeterli su varsa telafi edilebilir. Ancak toprakta yeterli su bulunmaz ve bitki buna karşı tolerans mekanizmalarını çalıştırmayıp su kaybederse bitkide su stresi görülür.

Kuraklık veya su yetersizliği sonucu oluşan su stresi bitkinin olağan yaşamsal fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyen ciddi bir tehlikedir ve bitkilerin büyümesini diğer faktörlerden daha fazla sınırlayabilmektedir. Bitki bünyesinde su eksikliği, daima transpirasyonun köklerle su alımını aştığı zaman ortaya çıkmakta, şiddetli transpirasyon koşullarında topraktan kullanılabilir suyun az olması halinde veya köklerde metabolizmanın durması durumunda bitkide oransal su içeriği düşmektedir (Aktura, 1990). Levitt (1980), bitkilerde su kaybı veya kuraklık sonucu oluşan bu durumu “Su Açığı Stresi” veya “Kuraklık Stresi” olarak tanımlamıştır. Eriş (1990)'e göre kuraklığı genel olarak, ağır kuraklık, sürekli kuraklık ve fizyolojik kuraklık şeklinde üçe ayırmak mümkündür.

Sıcaklıkta artış, nemde hızlı bir düşüş veya kuru hava kütlesi bitkilerde hızlı ve akut su kayıplarına neden olabilmektedir. Bu tip atmosferik değişiklikler, transpirasyon oranının artmasına neden olur. Akut kuraklık sonucu, genç ve yaşlı yapraklarda asimilasyon yetersizliği nedeniyle solma, sürgün uçlarında kuruma, verimde azalma, büyümede yavaşlama gibi belirtiler görülür. Kuraklığın en erken belirtisi solgunluktur. Solgunluk noktası aşılmadığı sürece, bitkiye su verildikçe solgunluk geçer (Çırak ve Esendal, 2006; Kuşvuran, 2010). Kronik kuraklık ise, toprakta taban suyunun düşmesi sonucu görülür. Sürekli kuraklık etkisinde kalan bitkilerde önce solgunluk, ilerleyen dönemde kuruma görülür. Bitkilerde kuruma, metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulmasına ve sonunda enzimle katalizlenen reaksiyonların durmasına neden olabilecek aşırı miktardaki su kaybı olarak ifade edilebilir (Eriş, 1990; Smirnoff, 1993; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Toprakta yeterli su varlığına karşın, çeşitli nedenlerle bitkinin sudan yararlanamaması ise, fizyolojik kuraklık olarak tanımlanır. Toprakta meydana gelen tuzluluk, toprak çözeltisinin ozmotik değerini artırarak toprak suyunun bitkiler tarafından alınımını güçleştirmekte, böylece bitkinin fizyolojik kuraklık ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır (Çırak ve Esendal, 2006; Kuşvuran, 2010).

Kuraklık; stresin şiddetine, süresine, diğer stres türleri ile etkileşimlerine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim basamağına bağlı olarak, bitkilerde sınırlı

çevresel koşullara adapte olmayı sağlayacak birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler zinciri etkilemektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

### **2.2.1. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri**

#### **2.2.1.1. Kuraklık Stresinin Bitkiler Üzerindeki Mekanik Etkileri**

Bitkide su noksanlığının ilk belirtileri mekanik etki şeklinde kendini göstermektedir, bitki hücreleri su kaybetmeye başladığında, turgoritelerini de yitirmektedir (Levitt, 1980). Hücreden su kaybına bağlı olarak hacim azalır ve plazma membranı hücre duvarından ayrılarak yalnız plazmodezmler aracılığıyla ilişkisini sürdürür (plazmoliz). Gerilim altındaki plazma membranı ve tonoplastta gerçekleşen çökme, yırtılmalara yol açabilir ve bu durum, zarlar üzerinde yerleşmiş olan hidrolitik enzimlerin serbest kalması ve dolayısıyla sitoplazmanın otoliziyle sonuçlanabilir (McKersie ve Lehsem, 1994; Salisbury ve Ross, 1992; Özcan ve ark., 2004; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Klon anaçları üzerine aşılı Angelona erik çeşidinin su stresi koşullarındaki fizyolojik değişimlerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir araştırmada, bitkilere verilen su miktarı azaldıkça stoma direncinde artış olduğu, farklı anaçlar üzerindeki bitkilerin yaprak su potansiyellerinin tüm anaçlar üzerinde de zamanla azalma gösterdiği ifade edilmiştir (Kaynaş ve Kaynaş, 2003). Su stresi altındaki '0900' kiraz çeşidinde çiçek tomurcuğu oluşumu ve gelişim safhalarının elektron mikroskobu altında taranarak incelendiği bir araştırmada, üç ayrı seviyede (%100, %50, %20) sulama uygulaması gerçekleştirilerek çiçek tomurcuğu gelişimleri kıyaslanmış, tomurcuk oluşum evresinde sepal, petal, stamen ve pistil de meydana gelen değişimlerin %20 seviyesinde yapılan sulamalarda kontrol ve diğer uygulamaya göre daha yavaş gerçekleştiği, bunun yanı sıra gelecek yıl yeterli miktarda su sağlanamaması halinde, çiçek tomurcuğu oluşumu ve gelişiminin gecikeceği belirtilmiştir (Engin, 2008). Kaynaş ve Miran (2003), Çanakkale koşullarında yetiştirilen California Wonder ve Yalova Yağlık-28 biber çeşitlerinin farklı sulama koşullarına dayanımını saptamak amacıyla gerçekleştirdikleri araştırmada, biber çeşitlerine faydalı suyun %100, 50 ve 25'i düzeyinde su verilmiş ve bitkilerin bazı morfolojik ve fizyolojik değişimlerini incelenmişler, bitkilere verilen su miktarı kısıtlandıkça yaprak su potansiyeli, gövde çap büyümesi, yaprak sayısı, kök ağırlığı ve meyve çapında azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Serada yapılan bir kuraklık çalışmasında, fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve *Sesbania aculeata* türleri kullanılmıştır. Kuraklık uygulamasında %60 kısıtlı sulama, kontrol bitkilerinde ise %100 tarla kapasitesinde sulama gerçekleştirilmiştir. Stres uygulamasından 45 gün sonra hasat edilen bitkilerde biyomas ölçümleri yapılmış, yapraklarda klorofil

içeriği incelenmiştir. Her iki türde de gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak alanı ve gövde boyu kuraklık stresi sonucu kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiştir. Araştırmacılar yapraklarda klorofil a ve b ile a/b oranlarının stres koşullarında kontrol bitkilerine göre önemli bir fark oluşturmadığını bildirmişlerdir (Asraf ve Iram, 2005). Sankar ve ark. (2008), beş farklı bamya çeşidinde (SPHB 7, Saloni F1, JK Haritha, Sakthi 101, Mahyco) yaptıkları çalışmalarında kuraklık stresi uyguladıkları bitkileri % 60, kontrol bitkilerini % 100 tarla kapasitesinde sulamışlardır. Kuraklık stresi uygulanan bitkilerin biyomas, verim, yaprak alanı ve net asimilasyon oranında kontrol bitkilerine göre azalmalar kaydedilmiştir. Nouri-Ganbalani ve ark. (2009), kuraklık stresi altında yetiştirdikleri buğday genotiplerinde strese bağlı olarak bitki uzunluğu, dane sayısı, 1000 dane verimi ve toplam verimin azaldığını, stres etkileri bakımından genotipler arasında farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Yin ve ark. (2005) farklı bezelye çeşitlerini % 25 ve % 100 tarla kapasitesinde sulamışlardır. Su noksanlığı etkisi erken gelişim aşamasında biyomas ve su kullanım etkinliği yönünden incelenmiştir. Çalışmada her iki parametrenin de kuraklık stresi sonucunda etkilendiği bildirilmiştir. Araştırmacılar su stresinin bitki gelişimini sınırlandıran en önemli faktörlerden biri olduğunu ifade etmişlerdir.

Ayaş ve Demirtaş (2009)'ın hıyarda gerçekleştirdikleri bir araştırmada ise, su eksikliğinin verim üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Sera koşullarında yapılan araştırmada, bitkiler dört farklı sulama düzeyinde sulanmıştır. Sulama seviyeleri verim, meyve uzunluğu ve çapı, meyve verimi ve kuru madde içeriğinde farklı etkiler meydana getirmiştir. Türkan ve ark. (2005), polyethylene glycol ile oluşturdukları kuraklık stresinde fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türlerinde stres karşısında tepkilerini incelemişlerdir. Stres koşulları altında 14 gün süresince, fasulye (*Phaseolus vulgaris*) türünün kök ve gövde kuru ağırlık bakımından tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türüne göre daha fazla etkilendiği, yaprak nispi su içeriği ve stoma geçirgenliği daha yüksek olan tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türünün kuraklık stresine daha dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir. Martinez ve ark. (2007), yaptıkları kuraklık çalışmasında altı farklı fasulye çeşidini (Orfeo, Arroz Tuscola, Barbucho, Coscorrón, Pinto ve Tortola) kullanmışlardır. Kontrol bitkileri 7 gün ara ile sulanırken, stres bitkileri 21 gün ara ile sulanarak kuraklık stresine sokulmuştur. Kuraklık; bitkilerde dane, bitki başına bakla sayısı ve toplam verim bakımından etkilenmesine neden olmuştur. Buğdayda 7 gün, bezelyede ise 10 gün süresince % 10 PEG 6000 kullanılarak oluşturulan kuraklık stresinde bitkilerde meydana gelen değişimlerin incelendiği bir çalışmada ise, her iki türde de yaş ve

kuru ağırlıkta kontrol bitkilerine göre kayıplar gözlenirken, yaprak su içeriğinde de azalma meydana gelmiştir (Alexieva ve ark., 2001).

### **2.2.1.2. Kuraklık Stresinin Bitkiler Üzerindeki Metabolik Etkileri**

Bitkilerde hücre içeriğinin büyük bir kısmını su oluşturur. Su aynı zamanda hücresel reaksiyonlarda taşıyıcı ve çözücü gibi görevler üstlenmektedir. Hücrelerde meydana gelecek aşırı su kaybı neticesinde, metabolizmanın işleyişi bozulmaktadır. Bu durumda su kaybıyla gerçekleşen iyon birikimi, membran bütünlüğünün ve proteinlerin yapısının bozulmasına yol açarak hücreye de zarar verebilmektedir (Bray 1997; Özcan ve ark., 2004; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Bray (1997)'e göre su stresi sırasında hasara neden olan bir başka faktör, DNA ve RNA gibi nükleik asitlerin sahip oldukları özelliği yitirmeleridir. Kuraklık stresine maruz kalmış olan yapraklarda RNAaz aktivitesi artmakta ve bu da enzimin bağlı durumdan serbest duruma geçmesinden kaynaklanmaktadır (Kesler, 1961).

Volaire ve ark (2001), *Dactylis glomerata*'da toprak üzerinde kalan kısımlar yaşlanmaya başladığında, yapraktaki su miktarının aniden düşerek % 25-30 seviyesine kadar gerilemesiyle bitkide erken dinlenme sürecinin başladığını ifade etmiştir.

Yuan-Yuan ve ark. (2009), PEG uygulanarak kuraklık stresine sokulan bitkilerin yapraklarında Ca seviyesinin kloroplast ve hücre çekirdeğinde arttığını, stres uygulamasının devam etmesi ile kloroplast ve çekirdekte Ca seviyesinin artışına devam ettiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar Ca'un kuraklığa dayanımda önemli bir role sahip olduğunu ancak şiddetli kuraklık streslerinde kloroplastlarda meydana gelen bozulmaların Ca birikimini azaltabileceğini ifade etmişlerdir.

Kaynaş ve Eriş (1996), yabani, GF-305 ve Nemagurd çöğür anaçlarına aşılı Early Red, Redhaven, J. H. Hale ve Rio-Oso-Gem şeftali çeşitlerinin farklı kurak koşullarda gösterdikleri bazı biyokimyasal değişimlerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda, bitkilere verilen suyun kısıtlanmasıyla yaprak klorofil miktarında azalma, toplam şeker miktarında artış, toplam nişasta miktarında ise azalma saptamışlardır.

Sivritepe (2000), in vitro koşullarda PEG 8000 kullanılarak kirazlar üzerinde oluşturdukları kuraklık çalışmasında, stres koşullarında yeşil aksam kuru ağırlığında azalma meydana geldiğini, MDA miktarında da artış belirlendiğini, oksidatif stres ile birlikte K, Ca, Fe ve Mn konsantrasyonlarında da azalma meydana geldiğini belirtmiştir.

Nasri ve ark. (2008), karpuzda yaptıkları bir çalışmada, şiddetli kuraklık stresi sonucu bitki bünyesinde K konsantrasyonunda azalma meydana geldiğini saptamış. Ayrıca

potasyumun, stomaların açılıp kapanması, fotosentez ve su dengesinin korunmasında etkili olduğunu belirtmiştir.

Kaynaş ve Miran (2003)'a göre, bitkilerdeki su kaybının kontrolü düşük su potansiyelinde bekçi hücrelerdeki turgorun yitirilmesi sonucu stomadial kapanmanın gerçekleşmesi ile olmaktadır. Kurak koşullardaki bitkilerin dirençleri, yapraklardaki stomadial hareketlerin toplam su potansiyeli ile içsel hormonal sistem arasında ilişkiye bağlı olarak değişmektedir.

Bitkilere verilen suyun kısıtlanmasıyla, karbonhidrat formları arasında dönüşümlü değişme nedeniyle, yaprak nişasta miktarında şekerdeki değişikliğin tersi bir eğilimin söz konusu olduğu bildirilmiştir (Mukherjee ve Choudhuri, 1983).

### **2.2.1.3. Kuraklık Stresinin Bitkiler Üzerindeki Oksidatif Etkileri**

Serbest radikaller, özellikle aktif oksijen türlerinin (süperoksit molekülü ( $O_2^-$ ), singlet oksijen (O), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve hidroksil radikallerini ( $OH^-$ )) oluşumunu içerir. Serbest radikaller, eşleşmemiş elektron içeren moleküller olup oldukça reaktiftirler. Bu radikaller; plazma membranı, mitokondri, ER membranlarında da oluşabilir (Mckersie ve Lehsem, 1994). Farrant (2000), suyun kısıtlı olduğu periyotlarda, vegetatif bitki dokularında oksidatif stresin en yaygın nedeninin kloroplastta gerçekleşen ışık-klorofil etkileşimleri olduğunu bildirmiştir.

Su kısıtlı hale gelirken, bitki daha fazla su kaybetmemek için, genelde, stomalarını kapatmakta, buda fotosentezle fiksasyon için gerekli  $CO_2$ 'nin alımının kısıtlanmasına neden olduğu gibi fotosentetik reaksiyon merkezlerindeki enerjinin artışına da yol açmaktadır (Stuhfalth ve ark., 1990).

Sgherry ve ark.(1996)'na göre birçok türde su stresi altında artan  $O_2^-$  oluşum hızı lipid peroksidasyonuna, yağ asidi doygunluğuna ve sonuçta membranların bütünüyle zarar görmesine neden olmaktadır. Smirnoff (1993), süperoksit ve hidrojen peroksidin  $OH^-$  radikalini oluşturmak üzere tepkimesi sırasında, artan demir ya da bakır gibi diğer geçiş metalleri, bu reaksiyonları hızlandırmak suretiyle oksidatif hasarı daha da arttırabileceğini belirtmiştir.

Geven (*Radix astragali*) türünde yapılan bir araştırmada, bitkiler 25 gün süre ile kuraklık stresine sokulmuşlardır. Enzim aktivitelerinin incelendiği çalışmada bazı enzim aktivitelerinin stresin devam ettiği 20 gün süresince artış gösterdiğini, 25 günden sonra ise birçok enzim aktivitelerinde azalma meydana geldiğini saptamışlar. Ayrıca prolinin tüm stres süresince artış göstermeye devam ettiğini belirtmişlerdir (Yong ve ark., 2006).

Bir başka kuraklık çalışmasında, su stresinin buğday yapraklarında MDA miktarının artışına yol açtığı ifade edilmiştir. Çalışmada klorofil miktarının stres başlangıcında artış gösterdiği ancak daha sonra azalma eğilimine geçtiği saptanmıştır (Nikolaeva ve ark., 2010).

Sanchez-Rodriguez ve ark. (2010), kuraklık stresinin domateste, bitki gelişimi ve yaprak oransal su içeriğini olumsuz yönde etkilediğini, stres ile birlikte yaprak dokularında MDA miktarında artış meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Yapılan bazı çalışmalarda ise, kuraklık stresine maruz kalan bitkilerin antioksidan savunma sistemlerinin bazılarının veya tamamının aktivasyonu ile oksidatif stresin üstesinden gelinebileceği görüşü ağırlık kazanmıştır (Srivalli ve ark., 2003; Jung, 2004; Ramachandra ve ark., 2004; Pinheiro ve ark., 2004).

### **2.2.2. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Fotosentez Üzerine Olan Etkileri**

Kuraklık bitkilerde fotosentezin azalmasına da neden olmaktadır. Çünkü kuraklık stresine giren bitkilerde yaprak alanı azalmakta ve dolayısıyla fotosentez yavaşlamaktadır. Fotosentezin stres şartları altında azalmasının iki nedeni olduğu düşünülmektedir. Buna göre; orta düzeydeki su noksanlığı koşulları altında stomaların kapanmasına bağlı olarak sınırlanırken, genellikle daha uzun süreli ve daha şiddetli streslerde stomalar dışındaki faktörlerce engellenmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Çırak ve Esenal (2003), kuraklık stresi altında fotosentezdeki ilk azalmanın stomaların kapanması ve CO<sub>2</sub> absorpsiyonunun azalmasıyla ortaya çıktığını, bitkinin su kaybını önlemek amacıyla stomalarını kapattığında fotosentez için gerekli CO<sub>2</sub>'nin alımının da önlenmiş olduğunu belirtmiştir. Teiz ve Zeiger (1998)'a göre ise stomaların kapanması, bitkideki hidrolik sinyaller (yaprak su potansiyeli, hücre turgoru) ve kimyasal sinyaller (absisik asit)'den kaynaklanmaktadır. Önceleri stomaların kapanmasında, yapraktaki su potansiyelinin ve hücre turgorunun azalmasının etkili olduğu düşünülürken; yaprak su potansiyelinde bir düşme olmaksızın stomatal iletkenliğin azaldığı örneklerin görülmesi üzerine; stoma kapanmasının yapraktaki su potansiyelinden çok, toprağın su potansiyeline bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (Asama ve ark., 2002; Comstock, 2002). Asraf ve ark. (2002), kuraklık stresi sonucu fotosentezin, stomaların kapanması ve fotosentezde görevli enzimlerin engellenmesi sonucu azaldığını ifade ederken, Wingler ve ark. (1999), özellikle yaprak su içeriğinin % 70 oranının altına düştüğünde, stomaların kapanması ve fotosentetik enzim aktivitelerinin azalmasına bağlı olarak hücreler arası CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun düştüğünü bu nedenle fotosentezin azaldığını bildirmişlerdir.

Fotosentezin kuraklık stresine bağlı olarak azalışında kloroplastın da önemli rolü olduğu düşünülmektedir. Fotosentez genel olarak kloroplastlarda meydana gelmektedir. Kloroplastların stoma bölgesinde CO<sub>2</sub>'yi fiske eden ve indirgeyerek organik bileşiklere dönüşmesini sağlayan rübuloz bifosfat karboksilaz gibi enzimlerin su kaybı ile aktiviteleri azalmakta, dolayısıyla CO<sub>2</sub> fiksasyonu zarar görmektedir. Başlangıçta fotosentez stomadial faktörler tarafından azaltılmakta ise de, kuraklık stresinin devam etmesi ve şiddetinin artmasıyla kloroplast ve enzim aktivitesi depresyona uğramakta, bundan dolayı fotosentez stomalar dışındaki faktörler tarafından azaltılmaktadır. Ayrıca kuraklığın ileri safhalarında mezofil hücrelerinin hücre duvarının difüzyon direnci artmakta ve böylece mezofil hücrelerine CO<sub>2</sub> girişi önlenmektedir (Çırak ve Esenal, 2003).

Kuraklık stresi altında fotosentezde meydana gelen sınırlamanın stomadial ve stomadial olmayan faktörler sonucu meydana gelebileceği, bu etkinin stresin şiddetine ve çeşit özelliğine bağlı olarak değişebileceğini ifade edilmiştir. Araştırmacılar su stresinin fotosentez ve stoma yoğunluğunu etkilediğini, çimde yaptıkları bir çalışma sonucunda orta şiddette devam eden su stresi koşullarında stoma sayısının arttığı ancak çok şiddetli su stresi karşısında stoma sayısının da azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Stoma boyutu kuraklık stresi ile azalırken, stoma yoğunluğunun stoma geçirgenliği, net CO<sub>2</sub> asimilasyon oranı ve su kullanım etkinliği ile pozitif bir ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir (Xu ve Zhou, 2008). Nadeau ve Sack (2002)'a göre kuraklık stresinde fotosentezdeki artış, minimum su kaybı ile sağlanırken, optimal gaz değişiminde stomaların açılıp kapanması kadar stoma sayısı ve pozisyonu da önemlidir. Transpirasyon oranı, stoma yoğunluğu ve stomaların açılıp kapanması sırasındaki düzen ile ayarlanmaktadır. Stoma yoğunluğu ve boyutundaki azalma su stresine dayanımı da artırmaktadır (Tanzarella ve ark., 1984).

Oliveira Neto ve ark. (2009), sorgumda kuraklık stresinin klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini, bitkinin vegetatif döneminde kontrol bitkilerine oranla %38 oranında azalma olduğunu, bitkinin yaşlı döneminde bu oranın %62'yi bulduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, fotosentetik pigmentlerin kuraklık stresinden olumsuz etkilenmesi sonucu klorofilin tüm bitki aşamasında azaldığını ifade etmişlerdir.

### **2.2.3. Kuraklık Stresine Dayanımda Adaptasyon Mekanizmaları**

Jenks ve Hasegawa (2005)'ya göre, bitkiler çevresel su sıkıntısında yaşamlarını sürdürebilmek adına farklı adaptasyon mekanizmaları geliştirmişlerdir. Kurak koşullarda bitkinin hayatta kalmasını sağlayan ve vegetatif dokularda su stresine karşı geliştirilen iki

ana mekanizması; stresten kaçınma ve strese toleranslıdır (Levitt 1980; Laffray ve Louguet, 1990; Cruz De Carvalho ve ark., 1998).

Kuraklıktan kaçınma; su stresinde hayatta kalmak için çok önemli bir adaptasyondur. Bitkinin çevreyle temasta olan yüzeylerindeki morfolojik ve kimyasal yapıdaki değişiklikler: Kütikulanın gelişmesi, fiziksel ve kimyasal destek elemanlarının gelişmesi, stomaların büyüklüğünün, dağılımının ve yerleşiminin değişimi, oransal su içeriğinin artışı, kuraklığa vejetatif dokuların adaptasyonu, kuraklığa vaskular dokuların adaptasyonu, kurak ortamda üreme ve döllenme stratejilerinin gelişmesi, üretken hücrelerin korunması, su ileten ksilem kanallarının ligninleşmesi ve benzeri değişiklikler ile bitki yaşamı ve üretkenliği korunur (Jenks ve Hasegawa, 2005).

Mundree ve ark. (2002), stresten kaçınan bitkilerin yalnızca orta şiddetteki su stresi durumunda hayatta kaldığını, strese toleranslı bitki gruplarının ise koruyucu mekanizmalarını çalıştırmak suretiyle çok daha şiddetli su stresi durumunda yaşamlarını devam ettirebildiğini belirtmiş, su stresine toleranslı olan bitki grupları içerisinde yer alan dirilen (resurrection) bitkilerde, suyun kısıtlı olduğu periyotlarda vejetatif dokulardaki bağıl su içeriğinin %5'ine kadar kaybedilebildiğini ve suyun yeniden alınabilir olması durumunda rehidrasyonun gerçekleşebildiği oldukça farklı bir stratejinin izlendiğini ifade etmiştir. Sherwin ve Farrant (1998)'da, bitkilerin vejetatif dokularının ışık varlığında gerçekleşen aşırı kuraklıkla ilişkili streslerle mücadele edebilme yeteneğine sahip olduğunu belirtmiştir.

Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2005)'ye göre; Sherwin ve Farrant (1998), bitkilerin fotooksidatif stresten kaçınmak için oluşturdukları savunma mekanizmalarına göre iki grupta toplandığını öngörölmüştür. Bunlardan ilki, kuraklık stresi başlangıcında klorofillerini alıkoyan bitkilerdir. Klorofil-ışık etkileşimlerinin tehlikeleri ise klorofilin saklanması ile önlenir. Yaprakların kıvrılma ve katlanması ışık stresinden kaçınmada önemli bir mekanizmadır. Klorofilini yitiren bitkiler ise, kloroplastların tilakoit membranlarını parçalarlar. Böylece, kloroplastta serbest radikal oluşturan reaksiyonlar gerçekleşemezler. Suyun tekrar alınmasıyla beraber, fotosentetik aparat tekrar oluşur ve fotosentez yeniden başlar. Bunu başarmak için, bitki tarafından rehidrasyon sırasında onarım proteinleri sentezlenir.

Ingram ve Bartels (1996), kuraklık toleransında en önemli unsurlardan birinin şeker ve diğer çözünen maddelerin kullanılmasını gerektiren osmotik düzenlemeler olduğunu, kuraklık toleransının kazanılmasında enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidantların toksik oksijen türlerini ortadan kaldırmada önemli rol üstlendiğini belirtmişlerdir.



Biyokimyasal olaylarda onarım mekanizmalarının stresin yol açtığı zararı azaltabileceği, moleküler ve fotosentetik seviyedeki değişikliklerin de kuraklığın neden olduğu zararı baskılayabildiği rapor edilmiştir (Cornic, 2000; Özcan ve ark., 2001).

Mahajan ve Tuteja (2005)'a göre bitkilerde yaprak yüzey genişliği ne kadar fazla ise, su kaybı da o kadar çok olacaktır. Transpirasyonun azaltılması, mevcut suyun korunmasına yardım eder. Bitkilerde, kuraklık stresine karşı yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığı görülmektedir Diğer taraftan, kuraklık stresine tepki olarak, bazı bitkilerde yaprak yüzeylerinin sık tüylerle kaplanması şeklinde morfolojik değişimler görülür. Bu tüyler, alttaki hücrelerin sıcaklığını 1-2°C düşürerek, transpirasyon hızını azaltır. Ayrıca yaprak epidermal yüzeyi üzerinde oluşan kalın mumsu kütikula tabakası, güneş ışınlarını yansıtarak sıcaklığın etkisini azaltır ve böylece transpirasyon hızı düşürülür (Göksoy ve Turan, 1991). Çırak ve Esendal (2006)'a göre ise bitkiler dokularındaki uygun su içeriğini koruyabilmek için, topraktan su alınımı, difüzyona dayanıklılıkta erken ve etkili bir artış, transpirasyon yüzeyinin azalması sonucu meydana gelebilen su kaybının azaltılması, yüksek bir su iletim kapasitesi veya su depolaması gibi kuraklıktan kaçınma için gerekli fonksiyonel önlemler almaktadırlar. Bu önlemler bitki morfolojisine de yansımaktadır. Yaprak alanının küçülmesi, nemli toprak tabakalarına doğru derinlemesine kök gelişimi ve stomaların kapanması, kuraklığa karşı savunmanın ilk adımları olarak bitkide görülen değişimlerdir. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler, genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya, köklerde oluşan morfolojik değişimler ise topraktaki suyu daha yüksek bir kuvvetle absorbe etmeye yöneliktir.

#### **2.2.4. Bitkilerde Ozmotik Denge Yönünden Kuraklık Stresinin Etkileri**

Bitkilerde turgorite kaybıyla beraber ozmotik potansiyel de su noksanlığı neticesinde azalmaktadır. Bitkilerin su noksanlığına vermiş oldukları tepkilerden biri olarak nitelendirilen bu durum, çeşitli eriyebilir maddelerin bitkilerde birikmesini sağladığı gibi vakuolden yapraklara su ile birlikte taşınan ozmotik maddelerin miktarlarında da artışlara neden olmaktadır. Kök bölgesindeki ozmotik potansiyel ve su alımı mekanizması çerçevesinde ozmotik uyum şeklinde de ifade edilen bu durum, gerçekte ozmoregülasyon olarak tanımlanmaktadır (Pesarraklı, 1999).

Jaleel ve ark. (2007), kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2$ ) içeren ve içermeyen ortamlarda yetiştirdikleri *Catharantus roseus* (Roset) bitkilerini kuraklık stresine maruz bırakmışlardır. Stres sonucu  $\text{CaCl}_2$  içermeyen ortamda bulunan bitkilerde lipid

peroksidasyon, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, glisin betainin (GB) ve prolin miktarının artarken, enzim aktivitelerinde azalma meydana geldiğini saptamışlar, su stresi karşısında bitki hormonlarında meydana gelen değişimin de ozmotik uyum açısından oldukça önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Vander ve ark. (2002), kurumaya karşı duyarlı olan bitkilerde turgor kaybıyla beraber, hücre membranlarına ve hücre çeperine uygulanan mekanik basıncın ortadan kalkacağını ve bunun sonucunda genellikle hücre çeperi çöküşü ve geriye dönüşümsüz membran hasarının gerçekleşeceğini, diğer yandan dirilen bitkilerde, hücre hacmindeki azalmayla ilişkili olan mekanik stresin çeşitli koruma mekanizmaları aracılığıyla engelleneceğini belirtmiştir.

*Myrothamnus flabellifolius*, *Craterostigma wilmsii* ve *Eragrostis nindensis* gibi bazı türlerde yapılan araştırmalarda, mezofil hücrelerinin, hücre duvarlarındaki katlanmayla ilişkili olarak hücre hacminde belirgin bir azalma gösterdiğini, *Xerophyta humilis*, *Xerophyta viscosa* ve *Eragrostis nindensis* gibi diğer bir grup dirilen bitkilerde ise demet kını hücrelerinin, çok sayıda vakuol oluşturmak suretiyle hücre hacminin değişmeden kalmasını sağladığını, bu vakuollerde suyun, prolin gibi osmotik düzenleyiciler aracılığıyla yeniden kazanılacağı ifade edilmiştir (Vander ve ark., 2001; Mundree ve Farrant, 2000). Aminoasitlerden prolinin kuraklık stresinde oldukça etkili bir ozmoregülatör olduğu, kuraklık şiddeti arttıkça prolin birikiminin de artış gösterdiği ifade edilmiştir (Gutsa ve Chen 1987). Mani ve ark., (2002), prolinin ozmotik bir dengeleyici olduğunu, hücre yapısının korunması ile serbest radikallerin uzaklaştırılmasında rol oynadığını belirtmişlerdir.

### **2.3. Bitkilerde Tuz Stresi**

#### **2.3.1. Toprakta Tuzluluk**

Tuzluluk, değişik tuzların toprak ya da suda, bitkinin büyümesini engelleyebilecek düzeyde bulunması olarak ifade edilmektedir. Genellikle bu tuzlar; klorürler (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>), sülfatlar (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>), nitratlar (NaNO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>), karbonatlar ve bikarbonatlar (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>) ile boratlar olarak belirtilmiştir (Rhoades, 1992; Grattan, 1993). Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkan tuzluluk, üretimi sınırlandıran en önemli sorunlardan biridir (Asraf, 1999). Toprak tuzluluğu yağışın az olduğu alanlarda toprakta fazla miktarda NaCl birikimi olarak ifade edilirken, Yakupoğlu ve Özdemir (2007), bitkilere zarar verecek düzeyde çözünen tuz veya değişebilir Na ya da bunların ikisini birden içeren toprakları tuzlu toprak olarak isimlendirmiştir.

Toprak tuzluluğu eriyebilir tuzların bir karışımından oluşmaktadır. Bu tuzların bazıları bitki gelişimi için gereklidir. Bununla birlikte bitkisel üretimi kısıtlayan önemli bir faktör olarak karşılaşılan tuzluluk, bitkisel üretimin temel unsurlarından olan toprak ve suyun içerdiği yoğun tuz miktarları nedeniyle çoğu zaman sorun yaratmaktadır (Akat, 2008). Tarımda en önemli tuzluluk sorununun, sulama yapılan kurak ve yarı kurak bölgelerde yer alan arazilerde ve seralarda meydana geldiği bildirilmiştir (Hale ve Orcutt, 1987; Sivritepe ve Eriş, 1998). Karanlık (2001)'a göre genel olarak saturasyon ekstraktında 4 mmhos.cm<sup>-1</sup>'den fazla tuz içeren toprak tuzlu olarak tanımlanmaktadır.

Sevgican (2002)'a göre kurak ve yarı kurak bölge koşullarında evapotranspirasyon ve kılcal su hareketi yoluyla taban suyunda biriken çözünabilir tuzların toprak yüzeyine taşınması ve tarımsal üretimin gerçekleştirildiği alanlarda yeterli drenajın sağlanamaması beraberinde tuzluluk sorunu yaratmaktadır. Bunun yanında, seralarda yapılan mono kültür uygulamaları, özellikle yetiştiriciliği desteklemek amacıyla kullanılan gübre ve kimyasalların etkisi yanında bilinçsiz olarak gerçekleştirilen sulama uygulamaları belli bir süre sonra toprakta önemli düzeyde tuz birikimine neden olabilmektedir.

Bitki kök bölgesinde depolanan suyun bir kısmı bitki tarafından kullanılırken bir kısmı da toprak yüzeyinden buharlaşarak ve derine sızarak kaybolur. Yıkama yapılmıyorsa tuzların küçük bir kısmı topraktan uzaklaşır, kalan kısmı ise zamanla bitki kök bölgesinde birikir. Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde drenaj koşullarının iyi olmadığı topraklarda sulama suları ile gelen tuzlar, yağışlar ve sulama suları ile yeterli bir yıkama sağlanamıyorsa, zamanla toprakların tuzlulaşmasına neden olmaktadır (Uygan ve ark., 2006). Szabolics (1985)'e göre sodyumun neden olduğu toprak alkaliliği tuzluluğun farklı bir şeklidir. Kil yüzeyindeki değişebilir sodyum yüzdesinin toplam katyon değişim kapasitesine oranı %6'yı geçtiği durumlarda toprak, alkali olarak nitelendirilmektedir. Dünyada sulanan alanların yaklaşık yarısı taban suyu, tuzluluk ve alkalilik etkisi altındadır. Ülkemiz topraklarının tuzluluk durumu ise Çizelge 2.'de verilmiştir (Sönmez, 2004).

Çizelge 2. Türkiye'de toprakların tuzluluk durumu.

Sorunun Niteliği	Alan (ha)	Sorunlu Alanlara Göre (%)
Hafif Tuzlu	614 617	41.0
Tuzlu	505 603	33.0
Alkali	8 641	0.5
Hafif Tuzlu-Alkali	125 863	8.0
Tuzlu-Alkali	264 958	17.5
Toplam	1 518 722	100.0

Tuzluluk miktarı, çoğunlukla bitkinin kök bölgesinden alınan doymuş toprak çamuru örneğinin (EC) elektrik iletkenliği birimi cinsinden hesaplanmakta, zaman ve derinlik bakımından ortalama ölçüsü bulunmaktadır. Toprakların, tuzluluk seviyesi elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine göre Çizelge 3’de verilmiştir (Sönmez, 2004).

Çizelge 3. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine göre tuzluluk seviyesi.

Elektriksel İletkenlik (EC dSm <sup>-1</sup> )	Tuzluluk Seviyesi
0-2	Tuzsuz
2-4	Çok hafif derecede tuzlu
4-8	Orta derecede tuzlu
8-15	Yüksek derecede tuzlu
>15	Çok fazla tuzlu

Topraktaki tuzluluğun bir diğer nedeni de, bitkilere verilen sulama suyu yolu ile oluşmaktadır. Sulama amaçlı kullanılan suların kaliteleri, içerdikleri tuzların miktar ve cinslerine bağlı olarak sınıflandırılmaktadır (Kafkafi, 1991). Kullanılan sulama sularının birçoğu sodyum bileşikleri, klor, flor, bor, kurşun, arsenik, alüminyum gibi benzeri bileşikleri içermektedir (Ekmekçi ve ark., 2005).

Shannon ve Grieve (1999), tuzun varlığında, toprağın su tutma kapasitesinin düşeceğini, tuzluluk derecesi ile sodyum absorpsiyon oranı, hidrolik iletkenlik ve sızma hızı arasında bir etkileşimin söz konusu olduğunu ifade etmiştir.

Köşkeröğlu (2006)’na göre çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilirler. Bitki bünyesine giren tuz bileşikleri çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca bitkiye zararlı olmaktadır. Bitki üzerinde, beslenme ve metabolizmayı bozmak yoluyla zehirleyici etki yaparlar. Ayrıca toprakta tuz konsantrasyonunun artmasıyla, bitkinin topraktan su alımı güçleşmekte, toprağın yapısı bozularak bitki gelişimi yavaşlamakta ve hatta durmaktadır.

Jacoby (1994), tuzlu topraklarda suyun ozmotik olarak kuvvetli bir şekilde bağlanmış olduğunu, bu durumun fizyolojik kuraklığa neden olduğunu belirtmiştir. Fizyolojik kuraklık durumunda, topraktaki su miktarı bitki için yeterli düzeyde olsa bile ozmotik olarak toprak çözeltisinde kuvvetli bağlanan suyun bitki tarafından alınmasında bazı sorunların yaşanabileceğini ifade etmiştir.

### 2.3.2. Sulama Sularında Tuzluluk

Dünyada sulu tarım yapılan alanlarda, yeterli miktarda kaliteli su bulunmadığı koşullarda tuzlu sular kullanılmaktadır. Bu nedenle, zamanla toprağın tuz miktarında meydana gelen artış, gelişim oranını, verimi ve ürün kalitesini düşürmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde elverişli suların yetersiz kalması nedeniyle, bu bölgelerde mevcut olan daha az nitelikli sulardan yararlanılmaktadır. Ancak bu tip nitelikli olmayan ya da tuzlu suların kullanımı, toprakta tuzluluk sorunu önceden olmasa bile, zamanla toprakta biriken tuz miktarında artışa neden olmakta, sonuçta ürünün verim ve kalitesinde azalmalar ortaya çıkmaktadır (Villora ve ark., 2000; Wahome, 2003). Toprak çözeltisindeki aşırı miktarda bulunan çözülebilir tuzlar, bitkilerin sudan yararlanabilirliğini azaltmaktadır. Böyle durumlarda yaygın bir yanıt olan su potansiyelindeki azalma, turgor potansiyelinin devamı için çözünen madde içeriğinin artırılması sonucu ozmotik potansiyeldeki azalma ile dengelenebilmektedir. Tuzluluğun artışı, bitkilerin su ve ozmotik potansiyelini daha negatif hale getirmektedir (Mugdal ve ark., 2010).

Sulama suyu olarak kullanılan tüm yüzey ve yer altı sularında değişen miktarlarda çözülmüş tuzlar bulunmaktadır. Sulama suları içerdiği tuz yoğunluğuna göre Çizelge 4'te sınıflandırılmıştır (Anonim, 2000).

Çizelge 4. Tuz yoğunluğuna göre sulama sularının sınıflandırılması.

Suyun Sınıfı	EC (dSm <sup>-1</sup> )	Tuz yoğunluğu (mg l <sup>-1</sup> )	Suyun Tipi
Tuzsuz su	< 0.7	< 500	İçilebilir-Sulamada kullanılabilir
Az tuzlu su	0.7 - 2	500 – 1500	Sulama suyu
Orta tuzlu su	2 - 10	1500 – 7000	I.derecede drenaj ve yeraltı suyu
Yüksek tuzlu su	10 - 25	7000 – 15000	II. derecede drenaj ve yeraltı suyu
Çok yüksek Tuzlu Su	25 - 45	15000 – 35000	Çok tuzlu yeraltı suyu
Tuzlu Su	> 45	> 45000	Deniz suyu

Sulama suyu kalitesi ve tuzluluğun limon ağaçlarında verim, meyve kalitesi ve mineral element içerikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; üç farklı EC değerine (1, 2.5, 4 dSm<sup>-1</sup>) sahip sulama suyu kullanmışlardır. İki yıllık bir arazi çalışması sonucunda, sulama suyundaki tuzluluk düzeyinin artışı ile meyve verim ve kalitesinde

azalmalar meydana geldiği, yapraklarda Na ve Cl iyon içeriklerinin arttığı bildirilmiştir (Garca-Sanchez ve ark., 2003).

Yurtseven ve ark. (2005), domates bitkilerinde dört farklı tuzluluk düzeyinde (0.25, 2.5, 5.0 ve 10 dSm<sup>-1</sup>) sulama suyu kullanmışlardır. Sulama suyundaki artan tuz seviyesi, bitkilerin su tüketimini azaltmış böylece bitki gelişimini olumsuz etkilemiştir. Araştırmacılar, 10 dSm<sup>-1</sup> tuz düzeyinde su tüketiminin kontrol bitkilerine oranla % 56 kadar azaldığını belirtmişlerdir. Kemer patlıcan çeşidinde farklı tuzluluk seviyelerine sahip sulama sularının (1.5, 2.5, 3.5, 5.0, 7.0 dSm<sup>-1</sup>) büyüme ve gelişme üzerindeki etkilerine yönelik yapılan bir araştırmada, tuz seviyesinde artışla birlikte su kullanım etkinliği azalmış, yapraklarda K iyon içeriği azalırken, yapraklarda Cl iyon miktarında artışlar meydana gelmiştir. 1.5 dSm<sup>-1</sup> sulama suyunda meyve verimindeki azalma % 13 olarak belirlenirken; 7.0 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk seviyesine sahip sulama suyunda meyve verimi kontrol bitkilerine oranla % 63 oranında azalma göstermiştir (Ünlükara ve ark., 2008).

### **2.3.3. Tuzluluğun Bitkilerde Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Olan Etkileri**

Irshad ve ark (2002), tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda tuz stresi altındaki bitkilerde köklerin su alma yeteneklerinde önemli azalmalar meydana geldiğinden, kök gelişimi ve gövde uzaması gibi faaliyetlerde gerileme görülmüştür. Stres altındaki bitkilerin gövde çapları azaldığı gibi boyları da kontrole göre küçük kalmaktadır. Aynı şekilde yaprak alanı ve generatif evreye geçişte çiçeklenme ve meyve verimi de olumsuz etkilenir. Tuz stresinin yukarıda sayılan sonuçları uzun dönemde ortaya çıkan arazlardır. Stres altındaki bitkilerin sürgün ve köklerinde kuru madde ve yaş ağırlıklarında önemli ölçüde azalmalar olduğu birçok bitkide de rapor edilmiştir.

Bitkiler tuz koşullarındaki davranışlarına göre halofitler (tuzcul bitkiler) ve glikofitler (yüksek tuz yoğunluklarından zarar gören bitkiler) olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Halofitler iyonların birikimi ile yüksek turgor potansiyeline sahip olan, böylece tuzun yüksek konsantrasyonlarında yaşayabilme yeteneğine sahip olan bitkilerdir. Bu bitkiler arasında deniz börülcesi (*Salicornia herbecea*) ve kara pazı (*Atriplex vericaria*) obligat halofit olarak bilinen ve yüksek tuz koşullarında yaşayabilen bitkilerdir. Ayı kulağı (*Aster atripalium*) ve sinir otu (*Plantago vesicaria*) gibi bitkiler ise düşük tuz seviyelerinde normal gelişimlerini sürdürebilen halofit bitkiler arasında yer almaktadır. Bunların aksine yüksek bitkilerin tamamı glikofit bitkiler içerisinde yer almakta ve bu bitkiler tuz stresi

koşullarında osmotik düzenlemeyi gerçekleştirememektedir (Levitt, 1980; Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz, 1998; Yaşar, 2003; Asraf, 2004; Kuşvuran, 2010).

Toprakta bulunan tuz seviyesindeki artış ile suyun osmotik potansiyeli düşmekte, böylece bitki fizyolojik kuraklık stresine de maruz kalmaktadır. Bunun yanı sıra tuzun bitkilerde oluşturduğu toksik etkisi ile birlikte diğer mineral maddelerin alınımına da etki ettiği belirlenmiştir (Levitt, 1980). Asraf (2004)'a göre bitkilerin geliştiği tuz ortamı, düşük osmotik potansiyel, spesifik iyon etkisi ve beslenme dengesizliği gibi nedenlerle birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Tüm bu faktörler bitkiyi fizyolojik ve biyokimyasal seviyelerde etkilemekte, bitki gelişiminde olumsuzluklara yol açmaktadır. Genel olarak tuz, daha küçük yapı, yaprak sayısında ve alanında azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan büyümede yavaşlama şeklinde etkisini göstermektedir. Bunun yanı sıra, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma, klorofil miktarında azalma, meyve tat ve kalitesinde bozulma ve buna bağlı olarak verimde düşüş tuz stresinin ortaya çıkardığı etkiler arasında yer almaktadır. Borsani ve ark.,(2003) tuzluluk sonucu ortaya çıkan zararların ilk belirtisinin su eksiliği nedeniyle meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar yüksek tuz konsantrasyonlarının su eksikliği nedeniyle bitki büyümesini sınırlandırdığını, bunun Na ve Cl iyonlarının yapraklarda meydana getirdiği zarar ve bunun devamında besin maddelerinin taşınımı sırasında ortaya çıkan sorunlar nedeniyle olabileceğini bildirmişlerdir.

Yaşar (2003)'a göre tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transpirasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalışmaktadır. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO<sub>2</sub> fiksasyonu da azalır. Bu süre içerisinde solunum artar, bu durum birim yaprak yüzey alanı başına düşen günlük net CO<sub>2</sub> asimilasyonunda bir azalışa neden olur. Yaşamak için yoğun enerji harcayan bitki, ihtiyacından daha az fotosentez yapmakta ve gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır. Sonuç olarak büyüme ve gelişme gerilemektedir (Karanlık, 2001). Yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana gelmekte, bunun sonucu olarak fotosentez etkinliği azalarak bitkinin gelişiminde olumsuzluklar çıkmaktadır (Yaşar, 2003).

Yokoi ve ark. (2002) bitkilerin çimlenme, büyüme, gelişme ve generatif dönemlerinde tuza dayanımları arasında farklılıklar gösterdiklerini saptamış, suyun tuzluluk oranının özellikle çimlenme gücü ve çimlenme hızında etkili olduğunu vurgulamışlardır. Aktaş (2002)' a göre sodyum bitkide hem floem, hem de ksilem iletim demetlerinde hareket edebilme yeteneğinde olan bir elementtir. Bu nedenle özellikle Na,

bitkinin birçok organeli üzerinde olumsuz etkide bulunmaktadır. Bu etki daha çok yaşlı yaprak uçlarından başlayıp, yaprak ayası ve sapına doğru ilerleyerek nekrotik lekeler kadar dönüşen semptomlar şeklinde görülmektedir.

Bitki fizyolojisini ve verimini etkileyen tuzluluğun gözle görünür etkileri yüksek tuzluluk seviyelerinde ortaya çıkar. Sözü edilen tuzluluk düzeylerine duyarlılık, bitkilere göre değişir (Haman ve ark., 1997). Kültür bitkilerinin birçoğunda tuzluluk artışına bağlı olarak verimde oransal azalmaların meydana geldiği tespit edilmiştir (Chinnusamy ve ark., 2005) (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tuzluluğun artışına bağlı olarak önemli kültür bitkilerinin veriminde meydana gelen oransal azalma.

Kültür bitkisi	EC (eşik değeri) dS m <sup>-1</sup>	Verimde oransal azalma (%)
Fasulye	1.0	19.0
Patlıcan	1.1	6.9
Soğan	1.2	16.0
Biber	1.5	14.0
Mısır	1.7	12.0
Şeker Kamışı	1.7	5.9
Patates	1.7	12.0
Lahana	1.8	9.7
Domates	2.5	9.9
Çeltik	3.0	12.0
Yer Fıstığı	3.2	29.0
Soya Fasulyesi	5.0	20.0
Buğday	6.0	7.1
Şeker Pancarı	7.0	5.9
Arpa	8.0	5.0

Rhoades (1992), yaptığı çalışmalarda bitki kök bölgesindeki toprakta oluşacak yüksek tuzluluğun, metabolik senteze ve hücre büyümelerini sağlayan büyüme organlarına zararlı etki yaptığını belirtmiştir. Bunun yanında bu yüksek tuzluluk transpirasyondaki azalmalar sebebiyle bitki gelişmesinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır. Yüksek tuzluluk, stres altındaki bitkinin yaşaması için gerekli olan biyokimyasal ayarlamayı yapması ve kök bölgesindeki topraktan suyu alması için harcaması gerekli enerjiyi artırarak bitki



gelişmesini yavaşlatmaktadır. Bitki, hayatını sürdürmesi için kaçınılmaz olan bu enerjide oluşan açığı büyüme ve verim için kullanacağı enerjiden sağlamakta ve böylece verimde azalmalar ortaya çıkmaktadır. Önemli kültür bitkilerinde olduğu gibi ekonomik öneme sahip bazı süs bitkisi türleri üzerinde de tuzluluğa hassasiyet açısından sınıflandırma yapılmıştır (Kotuby ve ark., 1997; Bayraklı,1998; Kanber ve ark., 1992) (Çizelge 6).

Çizelge 6. Bazı süs bitkilerinin tuzluluğa hassasiyet derecesi.

Hassas	Orta derecede hassas	Dayanıklı
ECe<2.0 dS/m	ECe=2.0-3.0 dS/m	ECe=3.0-4.0 dS/m
Sardunya	Karanfil	Gül
Zambak	Krizantem	
Gardenya		

Yurtseven ve Baran (2000)'ın bildirdiğine göre Maas ve Hoffman (1977), tuzluluğun artması ile belli bir noktadan sonra verimde sürekli bir azalmanın söz konusu olduğunu vurgulamışlardır. Sebzeler kültür bitkilerine oranla tuzluluğa daha duyarlıdır. Genelde sebzeler 1.0-3.8 dSm<sup>-1</sup> dolaylarındaki tuzluluklarda verimde azalma göstermeye başlarlar. Ekonomik veya çevresel sınırlamalar nedeniyle (Ör: yetersiz drenaj) topraktan tuzu uzaklaştırmak mümkün olmayabilir. Bu gibi durumlarda topraktaki tuz düzeyine tolerans gösterebilen bitkiler seçilmelidir. Bütün kültür bitkileri belli düzeylerdeki tuzluluğa karşı duyarlıdır. Bitkinin tuzluluğa duyarlı olmasının anlamı, düşük tuzluluk düzeylerinde dahi çözelti içerisinde oluşan osmotik basınç değerlerinin bitki kökleri tarafından karşılanamamasıdır. Birçok araştırmacı hem floem hem de ksilem içerisinde hareket edebilme yeteneğine sahip olan Na iyonun, diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açtığını bildirmişlerdir (Bohra ve Dörffling, 1993; Marschner, 1997; Yaşar, 2003; Kuşvuran, 2004). Yapraklarda artan Na konsantrasyonu fotosentez ve transpirasyonu olumsuz yönde etkilerken, Na ve K iyonlarının antagonistik etkisi nedeniyle K eksiklikleri ortaya çıkmaktadır (Romero ve ark., 1997). Genellikle Ca ve K tuz stresi koşullarında olumsuz etkilenerek iyon konsantrasyonlarında azalma meydana gelmektedir (Khan, 1993; Al-Harbi, 1995). Bitkilerde yaprak alanı azalmasının bünyedeki Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonları ile ilişkili olduğu (Yang ve ark., 1990) ve yapraktaki Na<sup>+</sup> konsantrasyonu ile bitki biyoması arasında ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Schachtman ve ark., 1991). Bohra ve Dörffling (1993), Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının dominant olduğu, yüksek tuzlulukta kök bölgesinde iyon dengesinin olumsuz yönde etkilendiği ve köklerde hücre

zarı geçirgenliğinin bozulduğunu bildirmiştir. İyon dengesizliğinin bitkinin beslenme rejimini olumsuz etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel elementlerin alımını önlediği, bunun da bazı fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olabileceğini öne sürmüşlerdir (Villora ve ark., 1997).

Ayoub ve Ishag (1994), yüksek tuzlu ortamlarda yetiştirdikleri bitkilerde bitki gelişmesinin ve özellikle de yaprak alanlarının azalmakta olduğunu yaprak kenarlarında ise yanmaların meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca yaprakların oransal nem içeriklerinin ve düşük osmotik potansiyele bağlı olarak da K gibi besin elementlerinin de alınımının azaldığını saptamışlardır. Shannon (1985)'a göre bitkilerin tuzluluktan etkilenmesi sınır çevre faktörleri ve gelişme dönemlerine göre farklılık gösterdiği gibi, bitki familyalarının ve hatta tür içindeki çeşitlerinin de tuzluluğa farklı reaksiyon gösterdiğini bilinmektedir. Wolf ve ark. (1991), tuzu iyi tolere eden türlerde  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının yeşil aksam üzerinde dağılımının önemli olduğunu bildirmiş, tuza tolerant bitkilerin  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarını daha çok yaşlı yapraklarda tutarak genç yapraklara iletimini kısıtladıklarını ifade etmişlerdir. Botella ve ark (1997), yapraktaki Na konsantrasyonu ile bitki biyoması arasında ters bir ilişki olduğunu ve tuzlu ortamlarda bitkinin yeşil aksamı ve kök gelişiminin de olumsuz etkilendiğini saptamışlardır.

Parida ve ark (2004), farklı NaCl derişimlerinin (0, 100, 200 ve 400 mM) *Bruguiera parviflora*'da büyümeye, iyon akümülyasyonuna, fotosenteze ve yaprakların morfolojik yapılarına etkilerini araştırmışlardır. Bitkinin yaş ağırlığı, kuru ağırlığı ve yaprakların yüzey alanlarındaki genişleme 100 mM NaCl etkisinde maksimum olmuş, daha yüksek tuzlukta ise bu parametrelerde azalmalar bulunmuştur. Yaprakların  $\text{Fe}^+$  ve  $\text{K}^+$  içeriğinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Toplam klorofil miktarlarındaki maksimum azalış yaklaşık %50 oranında 400 mM NaCl etkisinde bulunmuştur. Araştırmacılar bu sonuçlara dayanarak yüksek derişimlerdeki tuzluluğun fotosentezi sınırlandırdığını belirtmişlerdir.

Adavi ve ark. (2007), köpek dişi (bermuda çimi)'nde yaptıkları bir çalışmada artan tuz konsantrasyonunun (3.30, 6.93, 10.2, 14.8, 17.8  $\text{dSm}^{-1}$ ) bitkilerde renk, yaprak alanı, gövde ve kök kuru ağırlıkları ile stolon uzunluğu ve sayısında kayıplara neden olduğunu bildirmişlerdir. Grewal (2010) yüksek tuz konsantrasyonlarının yeşil aksam ve kök gelişimi ile kök/gövde, su kullanım etkinliği gibi parametreleri olumsuz etkilediğini, tuza dayanıklı olan bitki türlerinde K/Na ve Ca/Na oranlarının daha yüksek bulunduğunu ifade etmiştir.

Şeker kamışında tuz ve kuraklık streslerinin biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik etkilerinin araştırıldığı çalışma in vitro koşullarda gerçekleştirilmiştir. Bitkiler -0.23 Mpa

(kontrol), -0.67 ve -1.20 Mpa (NaCl ortamı) ve mannitol içeren (kurak stresi) ortamlarında yetiştirilmiştir. Klorofil a, b ve fotosentez oranı her iki stres koşullarında da kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiş ancak bu azalma tuz stresi koşullarında daha hızlı gerçekleşmiştir. Araştırmacılar ayrıca, genellikle tuz stresi koşullarında iyon toksitesi nedeniyle bitki hücrelerinde meydana gelen zararın, mannitol içeren kuraklık stresi koşullarından daha fazla olduğunu, membran ve organellerde meydana gelen hasar ve pigmentlerde oluşan bozulmaların ise hücre ölümlerinde öncelikli role sahip olduğunu ifade etmişlerdir (Cha-um ve Kirdmanee, 2009).

Farklı iki soğan çeşidinde tohumların osmotik koşullandırma ile tuza toleransın artırılmasının amaçlandığı bir araştırmada, ortamdaki NaCl konsantrasyonunun artması ile toplam çimlenme oranının azaldığı ve ortalama çimlenme süresinin ise arttığı saptanmıştır (Sivritepe, 2000).

#### **2.3.4. Tuz Stresine Karşı Bitkilerin Geliştirdiği Savunma Mekanizmaları**

Tuzluluk karşısında bitkiler, kendilerini koruyabilmek için çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Özellikle kendilerine zarar verebilecek düzeyde Na ve Cl iyonlarını farklı stratejiler kullanarak etkisiz hale getirmeye çalışmaktadırlar. Kuşvuran (2010)'a göre;

1- Na pompaları (dışa verme): Bitkiler kendileri için, stres oluşturabilecek düzeyde tuzlulukla karşılaştığında kök hücrelerindeki Na pompaları ile fazla Na'u ortama geri vermekte böylece sitoplazmadaki Na konsantrasyonunu tolere edilebilir düzeyde tutmaya çalışmaktadır (Schubert ve Lauchli, 1990; Yang ve ark., 1990).

2- Vakuollerde biriktirme: Bitkinin Na'u vakuollerde biriktirerek kendine zarar vermesini önlemesi bir diğer önemli mekanizmadır. Munns (2002), tuza tolerant olan bitkilerin, hassas olanlara göre bünyelerine daha az oranlarda Na ve Cl iyonları aldıklarını, bu toksik iyonların vakuollerde biriktirilerek hücre duvarı ve sitoplazmada oluşabilecek yıkımların engellendiğini, böylece tuz toksitesinden kendilerini koruduklarını bildirmiştir.

3- Hücre zarı geçirgenliği: Tuz stresi altında bulunan bazı bitkiler, Na ve K iyonlarının geçişlerini engelleyerek kendilerini tuz stresine karşı koruma eğilimindedir. Tuza tolerant olan bitkilerin tuzdan sakınımının ilk yeri kökler olup, yüksek tuz konsantrasyonunda bitki tuzları ya içeri almamakta ya da bünyesine giren tuzu, enerji kullanarak dışarı pompalayıp kurtulmaktadır (Cheeseman, 1988; Murata ve ark., 1994).

4- Hızlı büyüme: Bitkilerin tuzdan sakınım amacıyla kullandıkları bir diğer mekanizmada hızlı büyüme göstererek birim hacimde alınan tuzun bünyede

seyreltilmesidir. Hızlı büyüme sonucunda yapraklarda seyrelen tuz miktarı tolere edilebilir düzeylerde kalmaktadır (Tal, 1983).

Kuşvuran (2010)'a göre, Maggio ve ark. (2007), farklı tuz konsantrasyonlarında (EC 2.5 (kontrol), 4.2, 6.0, 7.8, 9.6, 11.4, 13.2, 15.0 dSm<sup>-1</sup>) yetiştirilen domates bitkisinde, yapraklarda iyon, yeşil aksam ve köklerde kuru ağırlık değişimlerini incelemiştir. Tuz koşullarında yeşil aksam kuru ağırlıklarında azalma kaydedilirken, kök kuru ağırlıklarında artış belirlenmiştir. Araştırmacılar bu durumun, yapraklarda stres öncesi oluşturulan karbohidratların, kök gelişimi için bitkinin alt kısımlarına aktarılmasının etkisi olabileceği üzerinde durmuşlardır. Su kültürü ortamında yapılan çalışmada, özellikle yaşlı yapraklarda genç yapraklara oranla Na ve Cl iyon miktarlarında artış meydana geldiği bildirilmektedir. K ve Ca konsantrasyonları tuz seviyesindeki artışa bağlı olarak azalırken, Ca miktarının daha kalın hücre duvarlarında biriktirilerek korunması nedeniyle yaşlı yapraklarda daha yüksek olduğunu açıklamışlardır.

### **2.3.5. Bitkilerde Tuz Stresinin Osmotik Denge Üzerindeki Etkileri**

Bitkiler genel olarak, büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyebilecek biyotik ya da abiyotik stresle karşı karşıya kaldıklarında biyokimyasal ve fizyolojik olarak çeşitli tepkiler vermektedir (Bray ve ark., 2000). Strese maruz kalan bitkiler, osmotik dengenin sağlanabilmesi için, stoplazma ve organellerinde çeşitli çözünebilir maddeler biriktirmektedirler. Bu maddeler enzimler üzerinde pozitif bir etki sağlaması dışında, membran bütünlüğünü de sağlayarak stres altındaki bitkilerde osmotik düzenlemenin sağlanmasında rol oynamaktadırlar. Birçok çalışma glisinbetain ve prolin gibi organik maddelerin sentezlenmesi ile strese tolerans arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir (Asraf ve Foolad, 2007).

Munns (2005), tuz stresi altındaki bitkilerin tuzluluk nedeniyle meydana gelen osmotik ve iyonik stres karşısında çeşitli mekanizmalar geliştirdiklerini belirtirken, Hong-Bo ve ark. (2006), tuz stresine adaptasyonun genellikle potasyum, çözülebilir şeker, prolin ve betain gibi osmoregülatörler ile sağlandığını bildirmiştir. Prolin genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşen, bitkinin dayanım yeteneğini sağlaması bakımından bir indikatör görevini yapan, suda çözünebilir bir aminoasittir (Bian ve ark., 1988). Osmolit olarak görev yapmasının yanında, hücrelerin stabilizasyonu, sitozolik pH'nın ayarlanması ve hidroksil radikallerinin düzenlenmesinde etkili bir organik maddedir (Matysik ve ark., 2002).

Diğer stres faktörlerinde olduğu gibi tuz ve kuraklık stresinde bitkiler su kaybını en az düzeye indirebilmek için stomalarını kapatmakta ve su kullanım aktivitesi sağlamaya çalışmaktadırlar. Ancak stomaların kapanması ile yeteri kadar CO<sub>2</sub> fiksasyonu sağlanamamaktadır. CO<sub>2</sub> indirgenmesinde kullanılmayan elektronlar, O<sub>2</sub>'nin indirgenmesinde rol oynamakta ve serbest oksijen radikallerinin oluşumuna neden olmaktadır (Asada, 1994; Foyer ve ark., 1994; Makela ve ark., 1999). Kloroplastlarda ve mitokondride elektron taşınımı sırasında elektronlar O<sub>2</sub> ile reaksiyona girerek süperoksit radikal (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) ve hidroksil radikal (OH) gibi aktif radikalleri oluştururken, durağan oksijenin enerjisiyle aktive olarak singlet oksijen gibi bir başka O<sub>2</sub> türevini sentezlemektedir. Bu oksijen türevlerinin etkisi ile lipitler, proteinler ve nükleik asitler oksidatif zarara uğramakta ve bunun sonucunda metabolizmada ciddi sorunlar meydana gelmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 1985; Elstner, 1987).

Tuzlu ortamdaki (Salt Range) ve tuz içermeyen (Faisalabad) alanlardan toplanan farklı iki köpekdişi (*Cynodon dactylon*) popülasyonu ile yapılan bir çalışmada, bitkiler farklı konsantrasyonlarda (kontrol, 50, 100, 150 ve 200 mM) tuz (NaCl) içeren su kültürü ortamında yetiştirilmiştir. Tuzlu ortamdaki toplanan çim bitkilerinde yeşil aksam kuru ağırlıklarının kontrollerine yakın değerler gösterirken, Faisalabad tuz koşullarında yeşil aksam ve kök kuru ağırlıklarında önemli kayıplar göstermiştir. 200 mM tuz seviyesinde Salt Range, Faisalabad'a göre daha az Na iyonunu bünyesine alırken, K ve Ca iyonlarının her iki bitki türünde de azaldığı belirlenmiştir. Tuza tolerant olduğu bildirilen ve tuz koşullarında yetiştirilen çim bitkilerinin, yüksek tuz konsantrasyonlarında yaprak su potansiyeli, osmotik potansiyel ve klorofil içeriğinde meydana gelen etkilenmenin Faisalabad çim bitkilerine oranla daha az olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, tuz koşullarına adapte olan çim bitkilerinin, K ve Ca alımını artırarak bünyelerinde Na alımını sınırlandırarak prolin, serbest aminoasit gibi organik maddelerin sentezlenmesi yoluna giderek tuza tolerans sağladıkları saptanmıştır (Hameed ve Asraf, 2008).

Membranlarda doymamış yağ asitlerinin parçalanması sonucu meydana gelen bir ürün olan malondialdehid (MDA)'in stres koşullarında arttığı, MDA miktarının belirlenmesinin tuza tolerant bitki türlerinin ortaya konulması bakımından önemli bir parametre olduğu belirtilmiştir (Dolatabadian ve ark., 2008). Niki (1987)'ye göre oksidantlar, çoklu doymamış yağ asitleriyle reaksiyona girerek lipid peroksidasyonu başlatırlar. Lipid peroksidasyonun son ürünü, malondialdehid (MDA), eten ve pantendir. Bu MDA, hücre membranlarından iyon alışverişine etki ederek membrandaki bileşiklerin

çapraz bağlanmasına yol açar, iyon geçirgenliğinin ve enzim aktivitesinin değişimi gibi olumsuz sonuçlara neden olur.

Bitkiler oksidatif zararın yol açtığı yıkıcı etkilerden korunmak için, değişik miktarlarda antioksidanlara ve antioksidatif enzimlere sahiptir (Asada ve Takahashi, 1987; Ye ve ark., 2000). Koruyucu mekanizmalar bu zararlı reaksiyonların etkilerini en aza indirebilecek şekilde çalışırlar. Bu savunma hem enzimatik hem de enzimatik olmayan mekanizmaları kapsamaktadır (Scandalios, 1997).

Asraf ve Ali (2007)'ye göre bitkiler; tuzluluk, kuraklık, herbisit uygulamaları, beslenme bozukluğu gibi çevresel stresler karşısında üretilen reaktif oksijen çeşitleri (ROT) membranlara ve yağlar, DNA, proteinler, fotosentetik pigmentler gibi gerekli makro moleküllere zarar vermektedir. Bitkilerin strese toleransları, bünyelerinde sahip oldukları ve ROT'ni etkisiz hale getiren antioksidan enzimler ve antioksidanlar ile doğrudan bağlantılıdır.

Domates ve şalgamda yapılan tuzluluk çalışmasında, net fotosentez oranı ve stoma geçirgenliği stres koşullarında her iki türde de azalmıştır. Fotorespirasyon oranı domateste tuz ve kurak stresi karşısında artarken, şalgamda kurak stresi altında domatesten daha fazla artış meydana gelmiştir. Transpirasyon kuraklık stresinde domates ve şalgamda kontrol bitkilerinden daha az gerçekleşirken, tuz stresinde bu oran domateste bir miktar azalma göstermiştir (Makela ve ark., 1999). Shalhevet ve Hsiao (1986), pamuk ve biber bitkilerinin tuz ve kuraklığa olan tepkilerini araştırdıkları çalışmada, tuzlu şartlarda yetiştirilen bitkilerin kuraklıkta yetiştirilenlere göre daha iyi bir gelişim potansiyeli gösterdiklerini ortaya koyarken, Stewart ve ark. (1977), tuzluluk ve kuraklığın aynı etkiyi gösterdiğini savunmuştur. Bitkiler tuz ve kuraklık stresleri, büyümede azalma, bitki su potansiyelinde düşüş ve turgorun kaybolması şeklinde yanıt vermekte ve her iki streste de toprak su potansiyeli azalmaktadır (Jones, 1986).

#### **2.4. Abiyotik Stres Faktörlerinin Süs Bitkileri ve Geofitler Üzerindeki Etkileri**

Tuz stresinin süs bitkilerinde yarattığı etkiler; kök, gövde ve sürgün uzunluğunda azalma, özellikle yapraklı türler için önemli olan yaprak alanında küçülme ve yaprak sayısında azalma şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında, klorofil miktarında azalmalara, verim kayıplarına, meyve-çiçek kalitesi ve renklerinde bozulmalara neden olabilmektedir. Olgun bitkilerin genç bitkilere oranla tuzluluk toleransları daha yüksektir (Hannah, 1998).

Akat (2008), ticari anlamda üretimi yapılan çoğu bitkinin dışında estetik değere sahip olan pazarlamaya yönelik üretimi yapılan çalı formu süs bitkileri, ağaç ve çiçek türü bitkilerin tuz toleranslarının saptandığını belirtmiş, tuz stresi nedeniyle meydana gelen yaprak veya çiçek zararlanmaları ve kayıpların, her ne kadar gelişimi etkilemez görünse de, pazar kalitesi açısından kabul edilmeyen etkiler yaratabileceğini ifade etmiştir. Özellikle bazı süs bitkisi türleri için belirli miktardaki gelişim geriliği, bitkiler sağlıklı ve çekici görüldüğü sürece belki kabul edilebilir bir durum sergileyebileceğini, doğal çiçek türleri üzerine tuz etkilerinin ve tuz toleranslarının belirlendiği çalışmaların sınırlı sayıda olduğunu bildirmiştir. Süs bitkilerinde tuzlu sulama suyu uygulamalarının etkilerine yönelik çalışmaların çok daha az miktarda olması, normalde süs bitkilerinin iyi kaliteli sularla sulanması ile ilişkilendirilmiştir. Saksılı süs bitkilerine yönelik yürütülen çalışmalarda genellikle tuzlu suların verim üzerine zararlı etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Shillo ve ark., 2002).

Francois ve Maas (1994) kasımpatı, karanfil ve şebboy gibi çiçek türlerinin tuza orta derece hassas sayılabileceğini, aster (yıldız çiçeği), poinsettia – *Euphorbia pulcherrima* (Atatürk çiçeği), glayöl, açelya, gardenya, gerbera, nergis ve afrika menekşesinin ise diğerlerine göre bir miktar daha hassas olarak nitelendirilebileceğini ifade etmiştir.

Akat (2008)'e göre, gül, gerbera, aster (yıldız çiçeği), bouvardia ve zambak'ın farklı tuz düzeyi koşullarında yetiştirildiği bir çalışmada, tuza duyarlı olduğu bilinen bu bitkilerin kök bölgesinin EC düzeyi, Na ve Cl konsantrasyonları belli bir değerde tutulmuştur. Kök bölgesinde Na, Cl ve NaCl konsantrasyonları belli oranlarda (0, 4, 8, 10 ve 16 mmol/l), EC düzeyi 1.7 ve 5.2 dS/m (25 0C), Na ve Cl iyonu konsantrasyonları 0 ve 30 mmol/l arasında tutulmuştur. Bu denemede, aster için EC düzeyi 4.2 den daha büyük bir değer olduğu için, ürün miktarını etkileyen EC düzeyine karşı hiçbir değer hesaplanamamıştır. Bununla birlikte bu bitkinin tekrar yapılan yetiştiriciliğinde ilk hasadın ardından, özellikle EC düzeyi NaCl ilavesi ile arttırıldığında kök bölgesindeki EC düzeyi güçlkle engellenmiştir. Bouvardia bitkisinin çiçek sayısı ilave edilen Na iyonu nedeniyle belirli bir düzeyde azalmıştır. Aster bitkisi dışında NaCl konsantrasyonu arttıkça, çiçek ağırlıklarının azaldığı, hasat sonrası çiçek kalitesinin ise etkilenmediği saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, hesaplanan tuz esik değeri (SYD) 1.1 ve 4.3 dS/m arasında değişirken, elektriksel iletkenliğin birim artışına karşılık verim % 2.1 ve %16.8 arasında değişen miktarda azalmıştır (Sonneveld ve ark., 2000).

Prabucki ve ark (1999), tarafından hidrofonic ortamda tuzlu koşullarda gerçekleştirilen krizantem yetiştiriciliğine ilişkin bir çalışmalarında, 7 gün süresince

bitkilere 2, 4 ve 6 g/l farklı konsantrasyonlarda tuz uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, tuzluluk nedeniyle bitki kök gelişiminin engellendiğini, kök sayısında %45, kök uzunluğunda % 70 ve kök ağırlığında % 52'ye varan oranlarda azalmaların olduğunu göstermiştir.

Erwin (1999), *Impatiens* populasyonları üzerinde yaptığı bir araştırmada bitkinin stoma açıklığının su stresinden etkilendiğini, fotosentezi arttırdığını fakat toplam çiçeklenmenin ise sınırlandığını tespit etmiştir.

Akat (2008)'a göre, Shillo ve ark. (2002), tarafından yapılan bir çalışmada, denemenin başlangıcında torf, vermikulit ve kum (7:2:1) karışımı, daha ilerleyen aşamada kum ve kompost (8:2) karışımında, ticari değeri olan üç kesme çiçek türü (Japanese limonium cv. *Emily* (*Emily tall* ve *Emily Pink*), *Trachelium caeruleum* ve *Eustoma grandiflorum* (lisianthus)) ve iki soğanlı bitki türü (*Hippeastrum hybridum* ve *Ornithogalum arabicum*) olmak üzere farklı süs bitkilerinde tuzlu sulama suyunun verim ve kalite üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bu türler arasında Japanese limonium'un tuza en yüksek direnci gösterdiği, sulama suyunun 11.5 dS/m üzerindeki EC düzeyinde bile çiçek sap uzunluğu ve sap veriminin bundan çok az etkilendiği veya hiç etkilenmediği belirlenmiştir. *Trachelium caeruleum*'un tuzluluğa farklı bir tepki gösterdiğini, çiçek sap verimi veya çiçek büyüklüğünü etkilemediğini, ilk çiçeklenmeden itibaren çiçeklenme döneminin sonuna kadar gövdede oluşan çiçeklerin daha küçük olduğunu, çiçeklenme beraberinde sap ağırlığı ve sap uzunluğunun da önemli derecede azaldığını saptamışlardır. Yapılan çalışmada *Eustoma grandiflorum* cv. *Heidi Deep Blue*' ya konsantrasyonu 2–6 dS/m arasında değişen farklı tuz dozlarının bitkinin bazı morfolojik özelliklerini etkilemediğini saptamışlardır. Buna göre, tuzluluk uygulamalarının tuz uygulanmayan (kontrol) konuya göre hem sap ağırlığında hem de sap başına düşen çiçek sayısında % 20'ye varan oranda bir artış sağladığı ifade edilmiştir. Buna karşın tuzluluğun sebep olduğu stres koşulları çiçek tomurcuğu boyunu (%10) ve dal uzunluğunu (%3) azalttığını belirlemişlerdir. Bu bitkinin yetiştirilme koşulları için tuzluluğa dayanımının yüksek olduğunu, bunun nedeni olarak ise denemede oluşturulan tuz çözeltilerinde, NaCl'ün yanında verilen CaCl<sub>2</sub> uygulamasından kaynaklanabileceği, bitki membranlarında toksik etki yapan Na'a karşı, Ca'un koruyucu bir faaliyet göstermesine dayandırılabilmesi görüşü vurgulanmıştır. *H. hybridum* ve *O. arabicum* çeşitlerinin, tuzluluğa aşırı duyarlı olduğunu, tuz düzeyi ile bitkide meydana gelen zararlanma derecesi arasında bir ilişki bulunduğu bildirilmiştir.



Sonneveld ve Voogt (1983)'un serada yürüttüğü bir çalışmada, kullanılan sulama sularının özellikle de NaCl tuzu içeriğinin, toprağın osmotik basıncı üzerine etkili olarak karanfil ve gerbera bitkilerinin verim ve kalitelerinde düşmelere neden olduğunu saptamıştır.

Üç inorganik substrat (perlit, pomza ve sentetik ortam) kullanılarak yapılan topraksız ortamda gerbera yetiştiriciliğinde; sulama sıklığının bitki verim ve kalitesi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, sulama sıklığının artması durumunda yaprak alanı ve sayısının en yüksek değeri aldığını göstermiştir. Perlit ve pomza karışımında sulama sıklığının düşük olduğu durumda çiçek sayısında artış belirlenirken, sulama sıklığının artırılması durumunda çiçek kalitesinin (sap uzunluğu ve çiçek çapı) daha iyi olduğu saptanmıştır (Papadopoulou ve ark., 1996).

*Asteriscus maritimus* bitkilerinde tuzluluğun ve su stresinin bitki gelişimi ile yaprak-su arasındaki ilişkiler üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada, bitkilerin bir kısmı yetiştirme sezonu boyunca su stresine maruz kalırken, diğer bir kısmında üç farklı tuzluluk düzeyinde yetiştirilmiştir. Tuz ve su stresine giren bitkilerde düşük biyomasın görüldüğü ve yapraklarda oransal su kapsamının azaldığı ve bunun sonucunda, erken yaşlanma ve solma olaylarının meydana geldiği ifade edilmiştir (Rodríguez, 2004).

Akat (2008)'a göre, *Begonia*, *Chlorophytum*, *Coleus*, *Geranium* ve *Mesembryanthemum* olmak üzere beş farklı yerel bitki türünün tuza karşı toleransları saksı denemesi şeklinde yürütülen bir çalışma sonucunda belirlenmiştir. Bitkiler 50 gün boyunca elektriksel iletkenliği 5 dS/m ve 15 dS/m olan tuzlu su ve 0.5 dS/m olan çeşme suyu ile sulanmışlardır. Tuzluluğun bitki gelişimine ilişkin parametrelerde meydana getirdiği değişim ölçülmüş ve her bitki türü için bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlıkları ile tuzluluk arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, tuzluluğun bitki yaş ağırlığı üzerindeki etkisinin, kuru ağırlığa oranla daha fazla olduğunu ve sulama suyunun artan elektriksel iletkenliğinin bitki boyunu, yaş ve kuru ağırlıklarını azalttığını göstermiştir. *Begonia*'nın, çeşme suyu ile yapılan uygulamalarda güzel bir gelişim sergilediği, dördüncü tuzlu su uygulamasından sonra bitkilerin kaybedilmesi nedeniyle bu bitki için tuzluluğa karşı herhangi bir referans değerinin elde edilemediği ve tuza en duyarlı bitki olduğu bildirilmiştir. *Chlorophytum*, *Coleus* ve *Geranium* için ise 15 dS/m uygulamasında bitki ağırlıkları ve boylarına ilişkin verilere dayanarak bitki gelişimlerinin engellendiğini saptamışlardır. Ancak 5 dS/m uygulamasının bitki gelişimlerinde önemli bir etki yaratmadığı ve bu bitkilerin tuza orta derecede duyarlı oldukları belirlenmiştir. *Mesembryanthemum*'a ilişkin olarak ise yapılan tüm tuz uygulamalarının bitki boyu, yaş ve kuru ağırlıklarını

etkilemediği ve başka araştırmacıların bulduğu sonuçları destekler şekilde tuza en dayanıklı çeşit olduğunu bildirmişlerdir (Zurayk ve ark.,1993).

Kandeel ve ark. (1999), yaptıkları araştırmalar neticesinde, odunsu süs bitkileri ve ağaçlarda tuzluluğun neden olduğu zararın, meyve ağaçları ve bağda ortaya çıkan tuz zararına benzer bir etki yarattığını belirlemiştir. Yapılan çalışmaların birkaçı, bazı türlerin  $Na^+$  depolanabilmesine karşın, tuz toleranslarının, bu bitkilerin  $Cl^-$  alınımı ve depolayabilme kapasiteleri ile yakın bir ilişki içinde olduğunu göstermiştir. Süs bitkileri yetiştiriciliğinde bitki boyu, bitki başına düşen dal sayısı, çiçek boyu-sürgün uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkların (hem çiçekte, hem de kökte)  $NaCl$  seviyesi arttıkça azalma eğilimi gösterdiği, toprak tuzluluğunu artırma eğiliminde olan  $Ca$ ,  $Na$  ve  $Cl$  içeriği arttıkça, hem çiçekte hem de kökte  $N$ ,  $P$  ve  $K$  içeriğinin ise azalma eğilimi gösterdiğini vurgulamışlardır. Kotuby ve ark. (1997) ise, odunsu süs bitkisi türlerinde yüksek tuzluluğun, yaprak yanıklığı ve şekil bozukluğu meydana getirdiği bildirmişlerdir.

Yumrulu bitkilerde kuraklık stresine tolerans üzerine yapılan bazı çalışmalarda ise, bitkilerin gübre katkısı olmayan doğal yetiştirme ortamlarında iyi gelişme gösterdiği, değişken solusyonlu ortama ise adaptasyonunun türler arasında farklılık gösterdiği ifade edilmiştir ( Ojeda ve ark., 2001). Buna benzer diğer bir başka araştırmada kuraklık stresine maruz kalan soğan, rizom ve yumruyla çoğaltılabilen bitkilerde yaprak gelişiminin sınırlandığı ve bitki habitusunun küçük kaldığı, bu yüzden yaprak ve çiçek sayısı bakımından belli bir sayı üzerine çıkabilen bitkilerde dahi yüzlek dikim ve büyük saksı seçimi ile daha iyi bir gelişim sağlanabileceği ifade edilmiştir (Drury, 1974). Wurr ve ark. (2001)'da, su ihtiyacına bağlı olarak çevre şartlarının yumrulu bitkilerin büyüme ve gelişmesinde etkili olduğunu, dolayısıyla bu durumun bir sonraki yılın çiçek büyüklüğünü ve adedini belirleyebileceğini bildirmişlerdir.

Cowling ve Holmes (1992)'e göre, besin içeriği bakımından zengin ve iyi drene edilebilen yetiştirme ortamında kısıtlı su uygulamaları bazı geofit türlerinde olumlu sonuçlar vermektedir.

Miller (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada, Nergislerde alkol türevlerinin bitkide su kullanımı ve bitki boyu üzerine olan etkileri araştırılmış, sulama suyuna farklı oranlarda (%2, %4, %6, %8, %10) etanol ilave edilen bitkilerde, %8 ve üzerindeki dozlarda bitkiler yaşamazken, %6'nın altındaki etanol miktarının bitki boyunu kısalttığı tespit edilmiştir.

*Salvia nemarosa*'da dikim derinliği ve kısıtlı su uygulamaları üzerinde durulan bir araştırmada, bitkilerde boy ve çap ile sürgün sayısı bakımından en iyi gelişimin %50 su kısıtında ve 4 cm derinlikteki dikim uygulamasında sağlandığı saptanmıştır (Miller, 2007).

Kuraklık stresi altındaki *Catharantus roseus*'a uygulanan  $\text{CaCl}_2$ 'ün stresin etkisini azalttığı, bitki üzerinde oluşan su stresinin büyük oranda osmoregülasyon ve ikincil metabolitlerin kontrolü altında gerçekleştiği, bunun da ancak  $\text{CaCl}_2$  uygulamalarıyla değiştirilebileceği belirtilmiştir (Jaleel ve ark., 2007).

Akdeniz iklimi tipik bitkilerinden *Poa bulbosa* ekotiplerinde gerçekleştirilen bir kuraklık çalışmasında, bitkilerde uzun gün ve değişen sıcaklıklar karşısında su stresinin oluştuğu, ayrıca su kısıtı uygulamaları sonucunda, ABA miktarının arttığı ve bitki yumrularının dinlenmeden uzun süre çıkamadığı tespit edilmiştir (Ofir ve Kigel, 2007).

Tuz stresinin iki zambak genotipinde verim ve kalite kriterleri üzerindeki etkileri, serada açık sistem yetiştiriciliği şeklinde yürütülen bir araştırma sonucunda belirlenmiştir. Bitkilerin tuza karşı tepkilerini belirlemek için dışarıdan besin çözeltisine ilave NaCl uygulaması yapılmıştır. Bitkiler, ilkbahar döneminde elektriksel iletkenliği 1 dS/m'den 2.5 dS/m'ye kadar değişen dört farklı tuz konsantrasyonuna sahip besin çözeltisi ile sulanmışlardır. Sonbahar döneminde ise bitkilere, 1.5 dS/m'den 4.5 dS/m'ye kadar değişen üç farklı konsantrasyona sahip besin çözeltisi uygulanmıştır. Bu süreçte belirli aralarla; tüm kök sistemi ve soğan gövdesi, tomurcuklanma dönemine kadar sap uzunluğu, hasat devresine kadar çiçek salkım oluşumu izlenmiştir. Her iki yetiştirme döneminde de hiçbir şekilde verim kaybı gözlenmemiş ve kesilen çiçeklerin pazarlanabilir nitelikte olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, 2.5 dS/m EC'ye sahip besin çözeltilerinin bitki gelişimi üzerinde herhangi bir olumsuz etki yaratmadığı, bu nedenle bu konsantrasyonun zambak için kullanımının mümkün olabileceği bildirilmiştir. Sonbahar döneminde, farklı gelişim aşamaları için, besin çözeltisine ilişkin EC'nin değiştirilmesinin daha iyi olabileceği bildirilmiştir. İlk aşamada iyi kaliteli su kullanımının, ikinci aşamada çözelti konsantrasyonunun artırılması ve en yüksek 3 dS/m'ye kadar çıkarılması, üçüncü aşamada ise maksimum 4.5 dS/m'ye çıkarılmasının çiçek kalitesini iyileştirebileceği ifade edilmiştir (De Lucia ve ark., 2003).

Zolinger (2007) *Filipendula purpurea*'da bitkinin kurağa dayanımı üzerinde yaptığı bir araştırmada beş farklı sulama seviyesinde sulanan bitkilerde, %50'nin altında gerçekleştirilen tüm su kısıtı uygulamalarının bitkilerin yaprak alanında belirgin düşüslere neden olduğunu, su stresinin çiçek tomurcuğu ve yaprak sayısı bakımından kontrol bitkilerine göre etkili olduğunu belirtmiştir.

### **2.5. Siklamen Türlerinde Çoğaltma ve Yetiştiricilik**

Günümüzde, siklamenlerin yılın farklı dönemlerinde çiçeklenebilen türlerini bir arada bulundurmaları nedeniyle süs bitkisi olarak kullanılabildiği, diğer taraftan yumrularında bulunan zambak, pektin, şeker ve saponin karakterli glikozitler gibi bir takım biyokimyasal maddeler nedeniyle kimya ve ilaç sanayinde de hammadde olarak yararlanıldığı bir çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Gökçeoğlu ve Sukatar, 1985; Mathew ve Özhatay, 2001; Müftüoğlu ve ark., 2006 a).

Başer (2012)'e göre, doğal çiçek soğanlarından siklamen, birçok ülkede oldukça tanınmış ve ticari önemi olan süs bitkileri arasında yer almaktadır. Siklamen cinsine ait türler, generatif ve vejetatif yöntemlerle çoğaltılabilmektedir. Tohumla üretim generatif üretim yöntemi olup, çok sayıda yeni bitki elde etmenin mümkün olması nedeniyle, birçok türün üretiminde tercih edilmektedir. Bu avantajının yanı sıra, bazı türlerin yeterince tohum oluşturmaması, bazı türlerde tohumdan elde edilen bireylerin ana bitkiye her zaman benzememesi ve tohum ekiminden çiçeklenme büyüklüğünde bitki elde edinceye kadar gereken sürenin uzun olması gibi dezavantajları vardır (De Hertogh and Le nard, 1993; Zencirkıran, 2002).

Humusça zengin, yaprak çürüğü içeren, iyi drenajlı toprakların *Cyclamen* bitkisi yumruları için uygun bir ortam oluşturduğunu, çok ağır ve yetersiz bir drenaj söz konusu ise 15 cm yükseklikte tavalara uygun harç konularak yetiştiriciliğini yapmanın en uygun yol olduğu belirlenmiştir (Grey-Wilson, 1988).

Başer (2012)' e göre, günümüzde saksı bitkisi olarak yetiştiriciliği yapılan *Cyclamen persicum*'un kültür varyeteleri, geleneksel üretim metotları ile 15-16 ay sonunda satış büyüklüğüne gelirken (Takamura, 2006), bitki ıslahçıların çalışmaları uygun sıcaklık ve bitki besleme ile desteklenmesi sonucu 7–10 aylık bir sürede çiçek açıp, satışa sunulmaktadır (Anonim, 2011a; Anonim,2011b). Doğal siklamenlerde tohum ekiminden çiçek meydana getirebilecek büyüklükte bir yumru elde edilmesi için gerekli süre ise, Mathew ve Özhatay'a (2001) göre 2–3 yıl olarak bildirilmiştir. Çoğaltımı genellikle tohumla yapılan siklamen türlerinde, yumru bölünmesi yöntemi F1 hibrit üretimi için gerekli ebeveyn bitkilerin üretiminde kullanılır (Mathew ve Özhatay, 2001; Zencirkıran, 2002; Aksu ve ark., 2002a, 2002b).

Villegas ve ark. (2003), serada gölgeleme için farklı yoğunlukta ışık geçirgenliğine sahip olan siyah, gri ve alüminyum renkli örtüler kullanılarak gerçekleştirdikleri araştırmada, ışıklandırma seviyelerinin *Cyclamen persicum*'un kalitesi üzerine olan etkilerini

incelemişler, %50 gölgeleme özelliğine sahip gri renkli yüksek çözünürlüklü PE örtü materyalinin çiçek ve yaprak sayılarını, yaprak, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıklarını arttırdığını ifade etmişlerdir.

Gönüz (1994), *Cyclamen hederifolium* Aiton. türünün farklı yüksekliklerde gelişme gösteren bitki örneklerinde karşılaştırmalı olarak gövde boyu, yumru boyu ve eni, çiçek büyüklüğü, sepal ve petallerin boyu ve eni üzerinde morfolojik gözlemler yapmıştır. Yüksek bölgelerde gövde boyunun aşağı bölge örneklerine göre daha uzun olduğunu yine benzer şekilde yumru boyu ve yumru genişliklerinin de yüksek bölgelerde daha fazla olduğunu, çiçek büyüklüklerinin de yüksek bölgelerde arttığını belirlemiştir. Buna neden olarak da bitkinin orman içinde ağaçların altında ve makilerin arasında sıcaktan ve soğuktan korunmasını, birlikte buldukları diğer bitkilerin diplerindeki organik madde ve sudan daha kolay yararlanabilmelerini göstermiştir.

Aksu ve ark. (2002 a), bazı çimlenme uygulamalarının ve farklı ekim zamanlarının *Cyclamen hederifolium*, *Cyclamen coum* ve *Cyclamen cilicium* tohumlarında çimlenme oranına etkisi ve iki yıllık dönem sonunda tohumdan elde edilen yumruların miktarı ve hasat edilen satış boyundaki yumru oranını incelemişlerdir. Haziran ve Eylül aylarında ekilen tohumların çimlendirme uygulamaları; tohumları 24 saat suda bekletme, 24 saat 5-10-15 ppm'lik GA<sub>3</sub>'te bekletme şeklinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda her üç türde de en iyi çimlenme oranı (%90-100) kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. İkinci yılın sonunda hasat edilen yumru oranı açısından her üç türde de istatistiki bir fark bulunamamıştır. İhracat boyuna ulaşan yumru oranı açısından ise, Haziran ayı ekimlerinde *Cyclamen hederifolium*'da %54.8, *Cyclamen coum*'da %72, *Cyclamen cilicium*'da %46.8 ile kontrol uygulamalarından; Eylül ayı ekimlerinde ise *Cyclamen hederifolium*'da %45.2 ile 24 saat suda bekletme uygulamasından, *Cyclamen coum*'da %77.2 ve *Cyclamen cilicium*'da %69.2 ile kontrol uygulamalarından daha iyi sonuç elde edilmiştir.

İhracatı kotayla veya başka herhangi bir kayıpla sınırlandırılan *C. coum*, *C. hederifolium* ve *C. cilicium* türlerinin yumrularının, gerek doğadan sökülerek, gerekse büyütme ve/veya üretim yoluyla elde edilecekleri kaynağa göre 2012 yılı ihracat miktarları ve çevre uzunlukları Resmi Gazetede yayınlanmıştır (Çizelge 7). Ayrıca ihracatı yapılan bu üç tür haricinde ülkemizde bulunan diğer siklamen türleri, doğadan toplanarak ihracatı yasak olan çiçek soğanları kapsamında değerlendirilmektedir (Anonim, 2012).

Çizelge 7. 2012 Yılı doğal çiçek soğanlarının ihracat listesi tablosu.

(I) Doğadan Toplanarak İhracatı Yasak Olan Çiçek Soğanları	(II) İhracatı Kotayla veya Başka Herhangi Bir Kayıtlı Sınırlandırılan Çiçek Soğanları					(III) İhracatı Üretimden Serbest Olan Çiçek Soğanları	
	Tür İsmi	Tür İsmi	Yıllık Limit (Adet)				Çevre Uzunluğu (cm)
			Doğa	Büyütme	Üretim		
1. <i>Allium</i> (Yabani soğan) türlerinin hepsi	1. <i>Anemone blanda</i> (Yoğurt çiçeği)	6.000.000	-	-	4	1. <i>Lilium candidum</i> (Miszambağı)	
2. <i>Crocus</i> (Çiğdem) türlerinin hepsi	2. <i>Arum italicum</i> (Yılan yastığı)	50.000	-	300.000	6	2. <i>Sternbergia lutea</i> (Karaçiğdem)	
3. <i>Fritillaria</i> türleri ( <i>F. persica</i> , <i>F. imperialis</i> hariç)	<i>Arum dioscorides</i>	50.000	-	200.000	6	3. <i>Iris tuberosum</i> (Süsen)*	
4. <i>Lilium</i> (Zambak) türleri ( <i>L. candidum</i> ve <i>L. martagon</i> hariç)	3. <i>Cyclamen cilicium</i> (Sıklamen)	100.000	-	200.000	8	4. <i>Calla aethiopica</i> (Kalla)*	
5. <i>Muscari</i> (Muskari) türlerinin hepsi	<i>Cyclamen coum</i> (Stklamen)	600.000	-	150.000	8	5. <i>Polyanthus tuberosa</i> (Sümbülteber)*	
6. <i>Sternbergia</i> (Kara çiğdem) türleri ( <i>S. lutea</i> hariç)	<i>Cyclamen hederefolium</i> (Sıklamen)	-	-	2.000.000	10	6. <i>Fritillaria persica</i> (Adıyaman lalesi) (2012 yılı için)	
7. <i>Tulipa</i> (Lale) türlerinin hepsi	4. <i>Dracunculus vulgaris</i> (Yılan bıçağı)	50.000	-	300.000	10		
8. <i>Eminium</i> türlerinin hepsi	5. <i>Eranthis hyemalis</i> (Sarı kar çiçeği)	3.500.000	-	-	3,5		
9. <i>Biarum</i> türlerinin hepsi	6. <i>Galanthus elwesii</i> (Toros kardeleni)	4.000.000	1.250.000	750.000	4		
10. <i>Nymphaeaceae</i> (Nilüfer) türlerinin hepsi	<i>Galanthus woronowii</i> (Karadeniz kardeleni)	2.500.000	500.000	-	4		
11. <i>Orchidaceae</i> (Salep) türlerinin hepsi	7. <i>Leucojum aestivum</i> (Göl soğanı)	-	-	4.000.000**	7,5		
12. <i>Arum</i> (Yılan yastığı) türlerinin hepsi ( <i>Arum italicum</i> , <i>Arum dioscorides</i> hariç)	8. <i>Urginea maritima</i> (Ada soğanı)	10.000	5.000	-	20		
13. <i>Pancreatium maritimum</i> (Kum zambağı)	9. <i>Geranium tuberosum</i> (Deve tabanı)	700.000	-	300.000	5		
14. <i>Hyacinthus orientalis</i> (Şark sümbülü)	10. <i>Fritillaria imperialis</i> (Ters lale)	-	-	-	10+		
15. <i>Gentiana lutea</i> (Censiyan)	11. <i>Lilium martagon</i> (Türk zambağı)	-	-	2.500	10+		
16. <i>Cyclamen</i> (Sıklamen) türleri ( <i>C. coum</i> , <i>C. cilicium</i> ve <i>C. hederefolium</i> hariç)							
17. <i>Galanthus</i> (Kardelen) türleri ( <i>G. elwesii</i> ve <i>G. woronowii</i> hariç)							
18. <i>Iris</i> (Süsen) türleri							
19. <i>Paeonia</i> (Şakayık) Türleri							
20. Diğer yumrulu ve soğanlı türler							
* Üretimi yapılan egzotik türler.							

Farklı ortamlarda yetiştirilen *Cyclamen hederifolium* tohumları üzerine değişik oranlarda verilen amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum sülfat gübrelere etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise, ekimden itibaren en kısa sürede çıkışın görüldüğü ve çıkış işleminin yine en kısa sürede bittiği ve en fazla çıkışın gerçekleştiği torf ortamı, en iyi ortam olarak saptanmıştır (Müftüoğlu ve ark., 2003).

Müftüoğlu ve ark. (2004)'na göre, tohum çimlenmesinden sonra ilk oluşan yumrular beyaz, daha sonra ise gelişme ilerledikçe krem, açık kahverengi, koyu kahverengi ve çok koyu kahverengi olmaktadır. Siklamen bitkilerine Nisan-Ekim ayı arasında ülkemiz koşullarında mutlaka gölgeleme yapılmalıdır. Gölgeleme materyali olarak sera örtüsünün kireçlenmesi yanında, gölge örtü materyalleri de kullanılmalıdır. Yumrularda köklenmenin yandan ve üstten olduğu belirtilmektedir. Alttan köklenme çok azdır. Ekim tarihinden dormansi dönemine kadar vejetasyon yaklaşık olarak 8 ay sürmektedir. Bitki uyku döneminde tamamen susuz bırakılmamalı, ara sıra aşırı olmamak kaydıyla sulanmalıdır. Yumrular ilk çıkışlarında çiçek vermeyip yaprak oluşturur ise, o yıl çiçeklenmemektedir.

Altay ve Müftüoğlu (2004), siklamen üzerine yaptıkları bir çalışmada ise, *Cyclamen hederifolium*'da 80 ayrı gübre uygulaması denemeleri ve araştırma sonucunda ekimden itibaren 2 yıl aynı gübre ve dozlar ile gübrelenen bitkilerin fazla azottan olumsuz etkilendiğini, potasyumun istatistiki anlamda tek başına bir farklılık yaratmadığı, ancak fosforun bitkilerin gelişiminde olumlu etkilerinin görüldüğünü belirtmişlerdir.

Müftüoğlu ve ark. (2006 b) tarafından siklamende en uygun tohum ekim zamanının belirlenebilmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada ise, her ayın 1. ve 15. günü tohum ekimi gerçekleştirilmiş, en iyi tohum ekim zamanının 1-15 Mart ve 1-15 Kasım tarihleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, Temmuz ayı ile 15 Eylül arası dönemde ekilen tohumlarda çıkış olmadığını, 15 Haziran'da ekilen tohumlarda ise çıkış olmasına rağmen yumru elde edilemediğini bildirmişlerdir.

*Cyclamen hederifolium* Aiton.'un süs bitkisi olarak saksıda yetiştiriciliğine yönelik yapılan bir çalışmada, yumruların dikiminden itibaren dormansiye kadar geçen 8-9 aylık yetiştirme periyodunda serada bitkilere ek ışıklandırma yapılarak ışıklandırma süresinin uzatılması sonucunda, çiçek ve yaprak sayılarında kontrol bitkilerine göre artış görüldüğü tespit edilmiştir (Akçal, 2007).

Yıldırım ve ark. (2009), su stresinin *Cyclamen hederifolium*'da bitki gelişimi üzerine olan etkilerini inceledikleri bir çalışmada, %50 su kısıtında yumrularda karbonhidrat birikiminin diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunduğunu, diğer yandan *Cyclamen*

*hederifolium*'da yetiştirme sezonu süresince toplam su tüketiminin 114 mm olduğunu, bunun altında verilecek su miktarının bitkinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini bildirmişlerdir.

Siklamen (*Cyclamen persicum*)'nin çiçeklenmesinde Giberellik Asit'in etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, vegetatif gelişmesini tamamlayan, çiçek tomurcukları görünen siklamen bitkilerine saksı başına 0,02-0,04-0,06 ve 0,08 mg GA<sub>3</sub> hesabıyla ticari GOLD-GIBB preparatı yapraktan püskürtme şeklinde ve 0,16 mg topraktan sulama suyu ile uygulanmıştır. GA<sub>3</sub> uygulamasının siklamen bitkisinin fiziksel özelliklerine olduğu kadar beslenme dengesi üzerine de etkili olduğu, bitkilerin beslenme durumlarını temsil eden yaprak besin içerikleri incelendiğinde, GA<sub>3</sub>'in büyüme ve gelişmeyi arttırıcı etkisine paralel olarak siklamenin gelişmesinde kontrole göre daha fazla N, P, K besin elementine gereksinim duyduğu ifade edilmiştir (Boztok, 2002). Vidalie (1990) tarafından *Cyclamen persicum*'da yapılan bir başka çalışmada ise, yapraktan pülverizasyonla yapılan 0.02-0.05 mg bitki-1 dozunda gibberelik asidin, çiçek tomurcuk saplarının 0.5-1.5 cm olduğu dönemde 10-25 gün kadar erkencilik sağladığı bildirilmiştir.

Kaya yünü ve saksı kompostu içerisinde yetiştirilen siklamenlerde dört farklı EC (2.0, 2.8, 3.6 and 4.3 mS/cm ) değerine sahip sulama suyu tuzluluğunun bitki performansı üzerine olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 2.8 mS/cm'den fazla olan tuzluluk değerlerinin bitki kalitesinde düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir (Bik, 1980).

Başer (2012), bazı siklamen türlerinin tohumlarının çimlendirilmesi ve yumrularının büyütülmesi üzerine gerçekleştirdiği bir araştırmasında, toprak ve toprağa alternatif olabilecek yetiştirme ortamları (perlit, Hindistan cevizi torfu, yaprak kompostu + perlit (1. yıl), kullanılmış mantar kompostu + perlit (2. yıl)), dört farklı konsantrasyondaki besin solüsyonu (BS 1, BS 2, BS 3 ve BS 4) ile kokteyl mikoriza uygulamasının etkisini incelemiştir. *C. hederifolium*'da en yüksek çıkış oranının Hindistan cevizi torfu, perlit ve kullanılmış mantar kompostu + perlit ortamlarından (% 89,2 – 95,6) elde edildiğini belirtmiştir. Yine aynı çalışmada, *C. hederifolium* tohumlarının çimlenme ve çıkış oranları üzerine PEG-6000 ile yapılan ön çimlendirme uygulamalarının etkisi önemsiz bulunurken, buna karşılık *C. hederifolium*, *C. cilicium* ve *C. coum* türlerinde KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ile yapılan ikinci denemede ön çimlendirme uygulamalarının çimlenme ve çıkış oranında önemli artış sağladığı saptanmıştır.



## BÖLÜM 3

## MATERYAL VE YÖNTEM

## 3.1. Materyal

Siklamen türlerinde kuraklığa ve tuzluluğa toleransın belirlenmesine yönelik yürütülen araştırmada, Türkiye'nin kuzeyinden güneyine doğru, Batı Anadolu florasında doğal yayılışa sahip ve aynı zamanda ihracatı yapılan 3 siklamen türü denemeye alınmıştır. Bu amaçla, araştırmada bitkisel materyal olarak ihracatçı bir firmanın anaçlığından temin edilen 3 yaşlı *Cyclamen coum*, *Cyclamen hederifolium* ve *Cyclamen cilicium* yumruları kullanılmıştır.

## 3.1.1. Bitkisel Materyalin Genel Özellikleri

Çalışmada bitkisel materyal olarak kullanılan *Cyclamen coum*, *Cyclamen hederifolium* ve *Cyclamen cilicium*'un sahip olduğu bazı genel özellikler karşılaştırmalı olarak Çizelge 8'de verilmiştir.

*Cyclamen coum*, Karadeniz kıyısındaki dağ ve tepelerde bol miktarda rastlanılan ve aynı zamanda Amanos Dağları'nda yetişen bir siklamen türüdür. Şekilleri yuvarlaktan kalp şekline kadar değişen yapraklarının üzerinde, genellikle kolaylıkla fark edilen soluk lekeler ve gümüşü desenler yer alır (Şekil 3a). Yumruları disk şeklinde basık ve yalnızca yumrunun altından kök verir (Şekil 1). Kış ayları ve ilkbahar başında çiçek açan *C.coum*, kısa petalli ve küçük çiçeklidir. Çiçek renkleri parlak pembe tonlarından koyu morumsu pembeye değişkenlik gösterir. Kayın, fındık, göknar, çam ormanı içerisinde gölgelik alanlarda yetişir. Genellikle alçak arazilerde görülmekle birlikte, bitkiye 2000 m'nin üzerinde rastlanmaktadır (Mathew ve Özhatay, 2001).



Şekil 1. *Cyclamen coum* ve *Cyclamen cilicium* yumrularının görünümü.

*Cyclamen hederifolium*, Avrupa'daki en yaygın siklamen türlerinden biridir. Türkiye, *C. hederifolium*'un genel yayılış alanının en doğu ucunu oluşturur. Bu tür Anadolu'nun yalnız batısında ve bol miktarda yetişir. Açıklı koyulu çok farklı desenler içeren, büyük ve kaba loblu, kenarları genellikle tırtıklı yapraklara sahiptir (Şekil 2b). Sert dokulu yumrularında ince kökler üst kısım ve yanlardan çıkar (Şekil 2a). Çiçek renkleri açık kremden pembe tonlarına kadar değişen bitkinin çiçek boğazında daha koyu renkli bir leke ve petallerin dibindeyse belirgin şişkinlik ve kulakçıklar bulunur. *C. hederifolium* çoğunlukla 400 m'nin altında yetişir. Yayılış alanı güneyde Datça Yarımadası'ndan kuzeyde Çanakkale Boğazı'na kadar Ege kıyılarının büyük bir bölümünü içerir. Bu tür genellikle yapraklarında önce çiçeklenme özelliğine de sahiptir. *C. hederifolium* Eylül – Kasım ayları arasında çiçeklenme gösterir (Mathew ve Özhatay, 2001).

**(a)****(b)**

Şekil 2. (a) *Cyclamen hederifolium* yumrularının görünümü, (b) *Cyclamen hederifolium* yapraklarının görünümü.

*Cyclamen cilicium* Türkiye'nin güneyinde geniş bir alana yayılmış, en yaygın siklamen türüdür. *C. cilicium* Toros Dağları'nın, Antalya, Beyşehir ve Dedegöl Dağları'nın doğusundan Gülek Boğazı'na kadar uzanan bölümde doğal yayılış gösterir. Kalp biçimindeki, koyu yeşil renkli yaprakları üzerinde bitkiye özgü çeşitli şekil ve uzunluklarda soluk yeşil ya da gri desenler yer alır (Şekil 3b), petallerinin dibinde büyük koyu mor lekeler içeren kokulu çiçekleri, çoğunlukla soluk pembe renklidir. Bitki sonbaharda (Eylül- Ekim) çiçeklenir. Çoğunlukla hem yaprağını döken ormanlarda, hem de çam, göknar ve sedir gibi iğne yapraklı seyrek orman ya da çalılık alanlarda, yaklaşık 600 – 2000 metreler arasında yetişir (Mathew ve Özhatay, 2001).



(a)



(b)

Şekil 3. (a) *C. coum* yapraklarının görünümü, (b) *C. cilicium* yapraklarının görünümü.

Çizelge 8. Siklamen türlerinin genel özellikleri

Siklamen türü	Familya	Türkiye'deki Yayılışı	Doğal Yetiştirme Alanı	Bulunduğu Rakım	Çiçeklenme Zamanı	Yöresel Adları
<i>Cyclamen coum</i>	<i>Primulaceae</i>	Kuzey Batı-Doğu Anadolu	Gölgelik, Gökmar, Çam Ormanı, Meşe makiliği	0 – 2150 m	Aralık - Nisan	Yer somonu, Domuz turbu
<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Primulaceae</i>	Batı Anadolu, Kazdağı	Yarı gölge, Gökmar ve Çam altı, Kayalık ve taşlık	0 – 1300 m	Ağustos - Ekim	Tavşan kulağı, Lale kovan
<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Primulaceae</i>	Güney Batı Anadolu, Toroslar	Makilik, Çalılık, Taşlık, Kayalık	600 – 2000 m	Eylül - Kasım	-

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Bitkilerin Yetiştirilme Koşulları ve Denemenin Kurulması

Deneme, siklamen türlerinin kendi doğal ortamları ve değişen iklimsel faktörler göz önünde bulundurularak, kurağa ve tuzlu koşullara dayanım mekanizmalarının incelenebilmesi amacıyla, 2009-2010 ve 2010-2011 yılları arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nin Dardanos Yerleşkesinde (40° 4' N, 26° 21' E) bulunan kuzey-güney doğrultulu, üçgen çatılı, metal konstrüksiyonlu, üstten ve yandan havalandırılmalı, 30 m<sup>2</sup>'lik ısıtmasız cam serada yürütülmüştür (Şekil 4).





Şekil 4. Denemenin yürütüldüğü ısıtmasız cam sera'nın iç ve dış görünümü.

Bitkisel materyal seraya getirilmeden önce, sera içerisinde düzenleme yapılarak saksıların yerden yüksekte durması açısından 5 x 1,5 x 1 m ebatlarında, üstü ağaç, altı demir konstrüksiyon 3 adet benç yerleştirilmiştir. Bunun yanı sıra sıcak zararı ve yüksek ışık şiddetinden bitkilerin korunabilmesi için %30 gölgeleme sağlayan polisentetik file örtü seranın içerisine gerilerek sabitlenmiştir (Şekil 4).

02.08.2009 tarihinde Çanakkale'ye getirilen bitkisel materyal, hava sıcaklıklarının yüksek seyretmesi nedeniyle öncelikle ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait depolarda  $10^{\circ}\text{C} \pm 2$  ve %60 nem koşullarında 1 hafta süreyle depolanmış, yetiştirme ortamına dikilmek üzere kademeli olarak depodan çıkarılarak önce dış ortama sonra seraya alınmıştır. Seranın açık arazi içerisinde yer alması sebebiyle, bitkilerin çeşitli etmenlerden korunması ve sera içinde mantari hastalıkların önlenmesi amacıyla yumrular yetiştirme ortamına dikilmeden önce fungusit (% 80 Thiram) ile muamele edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. *Cyclamen* yumrularının fungusit ile muamele edilmesi.

Denemede 10 numara (1litre), alttan drenajlı plastik saksılar kullanılmıştır. Saksıların içerisine  $\frac{3}{4}$  oranında torf konularak, yumrular bu torf ortamında uygun dikim derinliğine göre yerleştirilmiştir (Şekil 6). Yumru dikimleri 10.08.2009 tarihinde tamamlanmıştır (Şekil 7). Denemenin ilk yılı Mayıs ayında sonlandırılmış yumrular saksılardan çıkartılarak kuru ve serin bir yerde muhafaza edilmiştir. Denemenin ikinci yılı yeni bitkisel materyal üzerinde tekrar sera denemesi kurularak gerçekleştirilmiştir. İkinci yıl yumru dikimleri 13.08.2010 tarihinde tamamlanmıştır.



Şekil 6. Yumruların torf ortamında saksıya dikilmesi.



Şekil 7. Saksıların deneme desenine göre serada bençlere yerleştirilmesi.

### **3.2.2. Bitkiler Üzerinde Gerçekleştirilen Sulama ve Tuz Uygulamaları**

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre (Çizelge 8), 3 tekerrürlü olarak sera denemesi şeklinde kurulmuş ve her tekerrürde 5 adet saksılı bitki yer alacak şekilde toplam 360 saksılı bitki üzerinden gerçekleştirilmiştir. Denemede bitkisel materyali oluşturan siklamen türleri üzerinde abiyotik stres faktörü olarak farklı düzeylerde sulama ve tuz uygulamaları yapılmıştır (Şekil 8).

### 3.2.2.1. Sulama Uygulamaları

Bitkiler üzerinde kuraklık (su) stresi oluşturmak amacıyla, dört ( $S_{1.0}$ ,  $S_{0.75}$ ,  $S_{0.50}$ ,  $S_{0.25}$ ) farklı düzeyde sulama konusu oluşturulmuştur. Bitki kök bölgesindeki yarıyışlı suyun tamamının bitkiye verildiği konu (%100) kontrol konusu olarak belirlenmiştir. Su kısıtı uygulamaları ise tam sulamanın %25, % 50 ve % 75'i oranlarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 8).

Uygulamalar sulama konularına göre belirlenen ölçüm kapları oluşturularak yapılmıştır. Topraktaki nem değişimleri gravimetrik olarak tartımla belirlenmiştir. Bunun için saksılar günlük bir defa tartılmış ve her bir gruptan eksilen sulama suyu miktarı kendi tarla kapasitesine göre su ilave edilerek tamamlanmıştır. Uygulamalarda bitki su tüketimi (ET) değerleri saksılar tartılarak hesaplanmıştır. Bitki su tüketimi aşağıdaki Yurtseven (2005)'in verdiği eşitliğe göre mm olarak hesaplanmıştır. Eşitlik iki sulama arasındaki ağırlık farkından yararlanarak bitki su tüketiminin bulunmasında kullanılmaktadır.

$$ET = [(W_{i-1} - W_i) + I - D] / A \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Burada, ET bitki su tüketimi değeri (mm),  $W_{i-1}$  ve  $W_i$  sırasıyla  $i-1$  ve  $i$ 'inci günlerde tartılarak (kg) bulunan saksı ağırlıklarıdır. I uygulanan sulama suyu miktarıdır (kg), D saksıdan eğer var ise drene olan su miktarıdır (kg) ve A saksı yüzey alanıdır ( $m^2$ ).

Sulama düzeylerine (%100,%75,%50,%25) göre yetiştirme sezonu boyunca uygulanan toplam sulama suyu miktarı (I) sırasıyla ; 592, 456, 308 ve 156 mm olarak belirlenmiştir.

### 3.2.2.2. Tuz Uygulamaları

Bitkiler üzerinde tuz stresi oluşturmak için öncelikle Hoagland (1938)'in formülasyonuna göre (Çizelge 9) bir besin çözeltisi hazırlanmıştır. 1/1 oranında sulandırılmış Hoagland besin çözeltisi hazırlamak için gerekli makro ve mikro-elementler 2 litre distile suda çözülmüş ve bu besin çözeltisine belirli miktarlarda NaCl ilavesi yapılarak tuz uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Çözeltinin pH'sı 5,7 olarak ölçülmüştür. Besin çözeltisinin ölçülen tuzluluk konsantrasyonu kontrol ( $T_1$ ) olarak kabul edilmiş ve elektriksel iletkenliği (EC) Hanna marka EC metre ile ölçülerek belirlenmiştir. Diğer uygulama konuları ( $T_2, T_3, T_4$ ),  $T_1$  için ölçülen EC değerinin 1, 2 ve 3 d  $Sm^{-1}$  arttırılmasıyla belirlenmiştir. Tuz uygulamaları yumru dikimini takiben kademeli olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 8). Vejetasyon ortasında (20. hafta) yapılan EC ölçümleri neticesinde  $T_1, T_2, T_3$  ve  $T_4$  için sırasıyla; 1,73  $dSm^{-1}$ , 2,92  $dSm^{-1}$ , 3,95  $dSm^{-1}$  ve 5,44  $dsm^{-1}$  tuzluluk düzeyine ulaşılmıştır.





Şekil 8. Saksıya alınmış *Cyclamen* bitkilerinde farklı düzeylerde su ve tuz uygulamaları.

Çizelge 9. Kullanılan besin çözeltisinin içeriği (Hoagland, 1938)

Makro Elementler	gL <sup>-1</sup>	Firma
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	0,821	Merck
KNO <sub>3</sub>	0,506	Merck
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,136	Sigma
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,120	Sigma
Mikro Elementler	gL <sup>-1</sup>	Firma
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> FeO <sub>7</sub> ·5H <sub>2</sub> O	50,00	Sigma
MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	1,80	Merck
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2,90	Merck
ZnCl <sub>2</sub>	0,2	Merck
CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0,05	Merck

Çizelge 10. Serada oluşturulan deneme desenine göre bitkilerin yerleşim planı

A	A	A	A	C	C	C	C
T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	S <sub>0.5</sub>	S <sub>0.25</sub>	S <sub>0.75</sub>	S <sub>1.0</sub>
B	B	B	B	B	B	B	B
S <sub>0.25</sub>	S <sub>1.0</sub>	S <sub>0.75</sub>	S <sub>0.5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>
C	C	C	C	A	A	A	A
T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	S <sub>0.75</sub>	S <sub>0.5</sub>	S <sub>1.0</sub>	S <sub>0.25</sub>

Siklamen Türleri: A-*Cyclamen hederifolium* B- *Cyclamen cilicium* C -*Cyclamen coum*

Sulama Düzeyleri: Kontrol % 100(S<sub>1.0</sub>), % 75(S<sub>0.75</sub>), % 50(S<sub>0.50</sub>), % 25(S<sub>0.25</sub>)

Tuzluluk Düzeyleri: Kontrol (T<sub>1</sub>), K + 1 dS m<sup>-1</sup> (T<sub>2</sub>), K + 2 dS m<sup>-1</sup> (T<sub>3</sub>), K + 3 dS m<sup>-1</sup> (T<sub>4</sub>)

### 3.2.3. Yetiştirme Ortamı ve Sulama Suyunun Özellikleri

Araştırmada yetiştirme ortamı olarak kullanılan torfun kimyasal özellikleri ile sulama suyunun kalitesine ilişkin değerler sırasıyla Çizelge 11 ve Çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 11. Araştırmada kullanılan yetiştirme ortamı torfun kimyasal özellikleri

pH	EC	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CaCO <sub>3</sub>
	mScm <sup>-1</sup>	kgda <sup>-1</sup>	kgda <sup>-1</sup>	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	(%)
6.83	1.24	2.31	594.3	8092	2500	3.18	5.05	5.00	14.60	5.78

Çizelge 12. Araştırmada Kullanılan Sulama Suyu Kalitesine İlişkin Değerler

pH	Na (%)	EC dS m <sup>-1</sup>	Kasyon (MeI <sup>-1</sup> )					Anyon (MeI <sup>-1</sup> )				
			Na	K	Ca	Mg	Toplam	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Toplam
7.4	0.3	0.43	1.0	0.2	2.3	1.72	5.22	2.4	-	1.6	1.22	5.22

### 3.2.4. Sera İklim Verilerinin Ölçülmesi

Sera içi sıcaklık (°C) ve oransal nem (%) değişimine ait veriler arazi tipi dataloger (HOBO) cihazıyla günlük olarak kayıt edilerek takip edilmiş ve elde edilen veriler bilgisayara aktarılarak grafik üzerinde gösterilmiştir. Sıcaklığa ilişkin veriler haftalık olarak ve oransal neme ilişkin veriler ise aylık olarak değerlendirilmiştir.

### 3.2.5. Bitkilerde Bazı Fenolojik Parametrelerin Belirlenmesi

#### 3.2.5.1. Yaprak Çıkış Süresi

Yumruların yetiştirme ortamına dikilmesinden itibaren oluşan ilk yaprakların saksıdaki ortam yüzeyine çıkış yaptığı tarih esas alınmış, arada geçen zaman hesaplanarak yaprak çıkış süreleri gün olarak belirlenmiştir.

#### 3.2.5.2. Çiçeklenme Başlangıcı

Yumruların yetiştirme ortamına dikilmesinden itibaren oluşan ilk çiçek tomurcuklarının saksıdaki ortam yüzeyinde belirlediği tarih esas alınmış, arada geçen zaman hesaplanarak yaprak çıkış süreleri gün olarak belirlenmiştir.

#### 3.2.5.3. Yaprak Sayısı

Bitki başına düşen çıkış yapmış toplam yaprak sayısı esas alınarak yaprak sayısı adet olarak hesaplanmış ve ortalama değer verilmiştir.



#### 3.2.5.4. Çiçek Sayısı

Bitki başına düşen çıkış yapmış toplam çiçek sayısı esas alınarak çiçek sayısı adet olarak hesaplanmış ve ortalama değer verilmiştir.

#### 3.2.6. Bitkilerde Bazı Morfolojik Parametrelerin Belirlenmesi

##### 3.2.6.1. Yumruların Çevre Genişliği

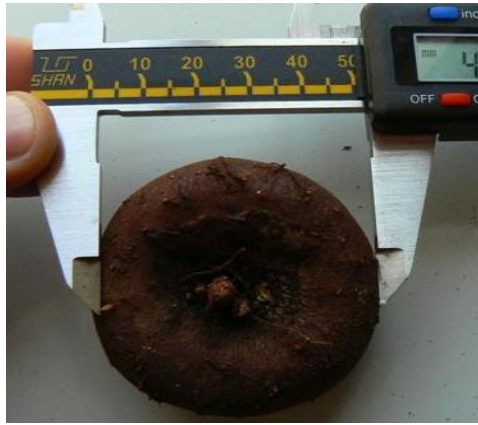
Deneme sonunda saksıdan sökülen yumrunun iki yönlü olarak BTS marka taşınabilir dijital kumpas yardımıyla çapı ölçülüp (Şekil 9 a) ortalaması alınarak bulunan r değeri,  $\pi$  ( $\pi : 3,14$ ) sayısı ile çarpılarak çevre genişliği hesaplanmıştır (mm).

##### 3.2.6.2. Yumru Ağırlığı

Her saksıdan sökülen yumruların kökleri ayrıldıktan sonra Sartorius marka 0,01 g duyarlılığa sahip hassas terazi kullanılarak ağırlıkları bulunmuş (Şekil 9 b), ortalamaları yumru sayısına bölünerek ortalama yumru ağırlığı hesaplanmıştır (g/yumru).

##### 3.2.6.3. Yumru Yüksekliği

Yumrular yetiştirme ortamından söküldükten sonra BTS taşınabilir dijital kumpas yardımı ile yumru yüksekliği ölçülmüş, ortalamaları alınarak değerlendirilmiştir (mm).



(a)



(b)

Şekil 9. (a) Yumruda çevre genişliğinin ölçülmesi, (b) Yumru ağırlığının bulunması.

##### 3.2.6.4. Yaprak Alanı

Deneme sonunda her uygulamada tekerrürler dikkate alınarak tesadüfi olarak seçilen 3'er adet yaprak örneği alınmış ve yaprak alanı CID marka CL-202 model yaprak alan ölçer aleti kullanılarak mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

### 3.2.6.5. Yaprak Sapı Uzunluğu

Deneme sonunda her uygulamada tekerrürler dikkate alınarak tesadüfi olarak seçilen 3'er adet yaprağın, yumru ile yaprak arasındaki kısmı olan yaprak sapı, BTS taşınabilir dijital kumpas yardımı ile ölçülmüş ve ortalamaları alınarak değerlendirilmiştir (mm).

### 3.2.7. Bitkilerde Bazı Fizyolojik Parametrelerin Belirlenmesi

#### 3.2.7.1. Yaprak Stoma Direnci

Her uygulamada tekerrürler dikkate alınarak tesadüfi olarak 3'er adet yaprak örneği üzerinde, Delta-T Devices marka AP4 model taşınabilir porometre cihazı (Şekil 10 a) ile haftalık ölçümler gerçekleştirilmiş, yaprak stoma direnci hesaplanıp ortalaması alınarak değerlendirilmiştir ( $s\ cm^{-1}$ ).

#### 3.2.7.2. Yaprak Bioması

Stres uygulamaları sonucunda bitkilerden tesadüfi olarak seçilen 4'er bitki yaprağı Vibra marka 0,001 g duyarlılığa sahip hassas terazi kullanılarak yaş ağırlıkları belirlenmiş; daha sonra aynı örnekler 65 °C Memmert marka etüvde (Şekil 10 b) 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları da alınmıştır (Şekil 10 c) (g).



(a)

(b)

(c)

Şekil 10. (a) Yaprakta stoma direncinin ölçüldüğü porometre, (b) Yaprak örneklerinin kurutulduğu etüv, (c) Yaprak kuru ağırlığının belirlendiği tartım aleti.

#### 3.2.7.3. Yaprak Oransal Su İçeriği

Tuzluluğa ve kuraklığa tolerans denemelerinde, Yaprak Oransal Su içeriği (YOSİ) (%) Sanchez ve ark.,(2004) ve Türkan ve ark.,(2005)' na göre yapılmıştır. Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için hassas terazide taze ağırlıkları alınmış, daha sonra alınan yaprak 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak

örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık g olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$(TA-KA) / (TuA-KA) \times 100$$

TA: Taze Ağırlık      KA: Kuru Ağırlık      TuA: Turgor Ağırlığı

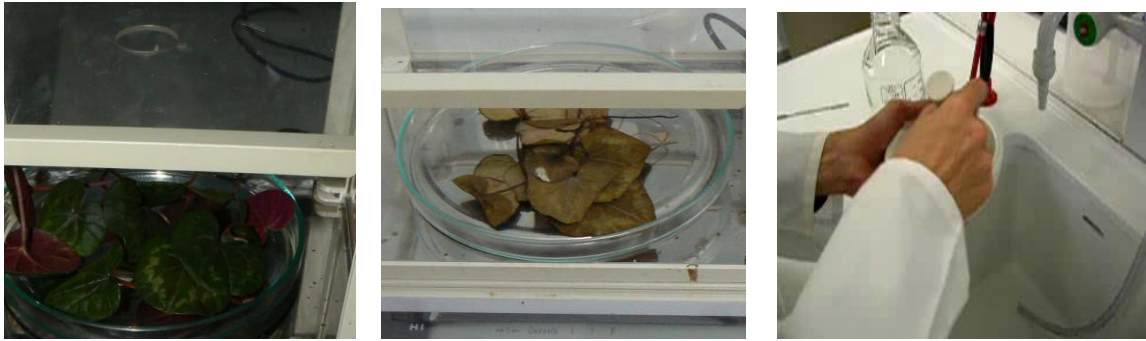
#### **3.2.7.4. Yaprak Membran Zararlanma İndeksi**

Membran Zararlanma İndeksi (MZİ) veya diğer adıyla membran geçirgenliği, Yaprak hücrelerinden dışarıya verilen elektrolitin Hanna marka HI9812-5 model EC metre ile ölçülmesiyle hesaplanmıştır (Dlugokecka ve Kacperska-Palacz, 1978; Fan and Blake, 1994); stres ve kontrol bitkilerinden tesadüfi olarak seçilen ortalama büyüklükteki yapraklardan alınan diskler distile su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş, aynı diskler 100°C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir (Şekil 11).

$$MZİ=(Lt-Lc / 1-Lc) \times 100$$

Lt: Uygulamalı yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC



Şekil 11. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesine ait resimler.

#### **3.2.8. Bitkilerde Bazı Biyokimyasal Parametrelerin Belirlenmesi**

##### **3.2.8.1. Yaprakta Toplam Klorofil Miktarı**

Siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen kuraklık ve tuzluluk uygulamaları sonucunda bitkilerden alınan yaprak örneklerindeki klorofil miktarı spektrofotometrik

yöntem ile saptanmıştır (Holden, 1976). 2009 ve 2010 yılı Aralık ayında, her uygulamanın üç tekerrüründen de sağlıklı ve gelişmiş ortalama büyüklükteki siklamen yaprakları toplanmıştır. Buz dolu kaplar içerisinde konularak araziden laboratuara getirilen yaprak örneklerinden disk halinde kesitler alınmıştır. Daha sonra çıkarılan bu diskler 4g örnek olacak şekilde hassas terazide tartılmış ve üzerine 35 ml %90'lık aseton ilave edilerek yüksek devirde 3 dakika homojenize edilmiştir. Çözelti Wattman No 2 filtre kağıdından süzülerek %90'lık aseton ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu süzüntüden 10 ml alınarak Shimadzu marka, UV-1800 model spektrofotometrede 663, 645 ve 652 nm dalga boyunda absorbans okumaları yapılmış, düzeltme yoluyla toplam klorofil miktarı  $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$  olarak hesaplanmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. UV-Spektrofotometre’de yaprak klorofil analizlerine ait resimler.

### 3.2.8.2. Yaprakta Toplam Şeker Miktarı

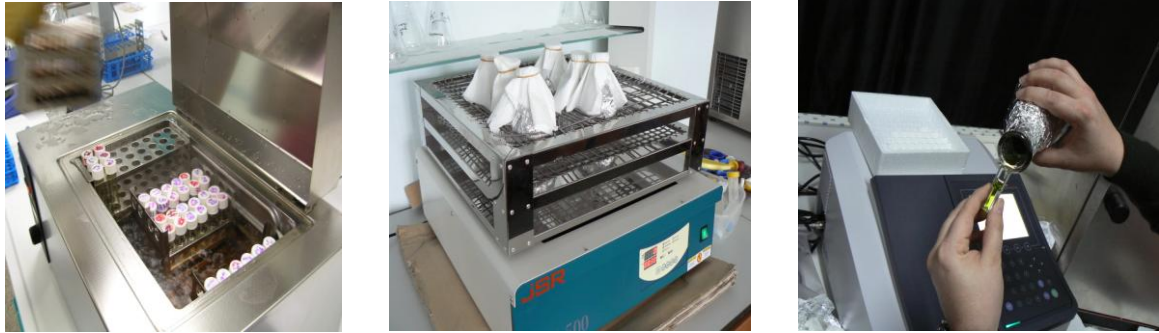
Yaprak örneklerinin şeker miktarı Ross (1959) tarafından tanımlanan dinitrofenol yöntemi ile g/100g olarak indirgen şeker cinsinden saptanmıştır. 2009 ve 2010 yılı Aralık aylarında, her uygulamanın üç tekerrüründen de ortalama büyüklükteki yapraklardan tesadüfi olarak alınan yaprak örnekleri Memmert marka etüvde 2 gün süreyle 70 °C’de kurutulduktan sonra öğütücüde parçalanıp toz haline getirilmiş ve her uygulamayı temsil eden örnekten 5g alınıp üzerine 5 ml % 15’lik potasyum ferrosiyanit ve 5 ml % 30’luk çinko sülfat konulup, distile su ile 250 ml’ye tamamlandıktan sonra çözelti Wattman No 2 filtre kağıdından süzölmüştür. Bu süzüntüden 25 ml alınmış ve üzerine 5ml seyreltik HCl asit ilave edilmiştir. Sıcak su banyosunda örnek sıcaklığının 67 °C’ye gelmesi beklenmiş, sonra 20 °C’ye düşünceye kadar soğutulmuştur. Numunenin pH’sı 6’ya gelinceye kadar 0,1 N’lik NaOH ilavesiyle nötrale edilmiş ve daha sonra test tüplerine 0,5 ml süzüntü örnek, 1,5 ml distile su ve 6 ml dinitrofenol çözeltisi ilave edilerek 6 dk. süre ile 100°C sıcak su banyosunda tutulmuştur. Çeşme suyu altında 3 dk süre ile soğutulduktan sonra

Shimadzu marka, UV-1800 model spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda absorban okuması yapılmıştır. Yöntemin şahidi olarak, 6ml dinitrofenol çözeltisi kullanılmıştır.

### 3.2.8.3. Yaprakta Lipid Peroksidasyon Düzeyi

Lipid peroksidasyonunun ölçümü Lutts ve ark. (1996) tarafından açıklanan yöntem izlenerek gerçekleştirilmiştir. Yaprak örneklerinden 200 mg tartılmış ve üzerine 5 ml %0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) ilave edilmiştir. Bu karışım 125 rpm devir hızında 60 dakika süre ile orbital çalkalayıcıda tutulmuştur (Şekil 13). 5 ml'lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınmış, süpernatantın üzerine, içinde %20 TCA bulunan % 0.1'lik tiobarbütrik asit (TBA)'den 3 ml ilave edilmiştir. Karışım 95°C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika süreyle bekletilmiştir (Şekil 13). Bunun ardından Shimadzu marka UV-1800 model spektrofotometrede A532 ve A600 nm'de absorban değerleri okunmuştur. Elde edilen değerler aşağıdaki formüle yerleştirilerek MDA (Malondialdehit) miktarı hesaplanmıştır.

$MDA = (A_{532} - A_{600}) \times \text{Ektrakt hacmi (ml)} / (155 \text{mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)})$



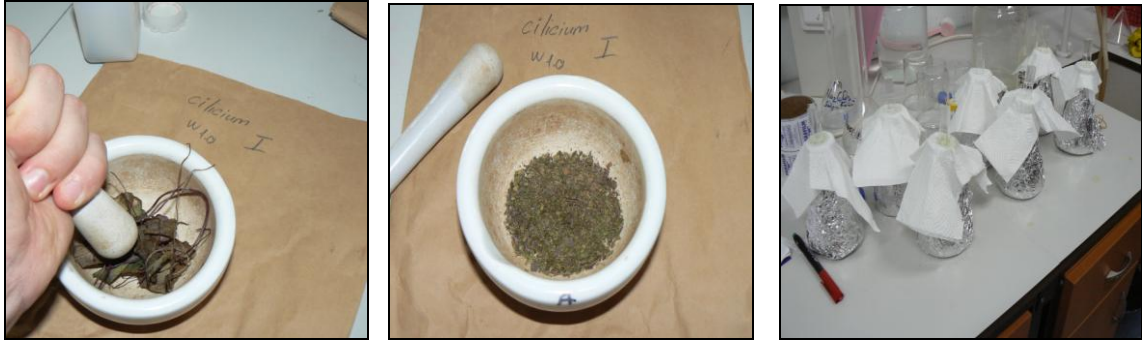
Şekil 13. Lipid peroksidasyon analiz safhalarına ait resimler.

### 3.2.8.4. Yaprakta Prolin Konsantrasyonu

Prolin konsantrasyonu, spektrofotometrik olarak Bates ve ark.(1973) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Buna göre, sıvı azotla dondurulan 0.5g kurutulmuş bitki materyali alınmış (Şekil 14) ve üzerine 10 ml % 3' lük sülfosalisilik asit ilave edilerek homojenize edilmiştir. Homojenat, Whatmann No 2 filtre kağıdından süzülmüştür. Elde edilen süzüntüden 2 ml filtrat alınmış, üzerine 2 ml asit ninhidrin ve 2 ml glasiyel asetik asit ilave edilerek 100°C'de 1 saat inkübe edilmiştir. Bunu takiben reaksiyon karışımı 4ml toluenle ekstrakte edilmiştir. Toluene'ın ortamdan uzaklaştırılması için çeker ocakta bir süre tutulduktan sonra ekstrakt oda sıcaklığında soğutulup absorban değerleri Shimadzu marka UV-1800 model spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda okunmuştur (Şekil 14). 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 µmol prolin içeren standartlar hazırlanarak oluşturulan kurve ile değerlendirilmiştir



Örnekler (( $\mu\text{g}$  prolin / ml toluen) / 115.5  $\mu\text{mol}$ ) / ((g / örnek) / 5 ) =  $\mu\text{mol}$  prolin / g materyalin taze ağırlığı olarak hesaplanmıştır.



Şekil 14. Sıvı azotla dondurulan yaprak örneklerinin prolin analizi için hazırlanması.

### 3.2.8.5. Yaprakta Hidrojen Peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) Konsantrasyonu

Yaprakta  $\text{H}_2\text{O}_2$  konsantrasyonu, Teranishi ve ark.,(1974) ile Mukherjee ve Choudhuri (1983)'nin yöntemi izlenerek belirlenmiştir. Bu yöntemde göre, 1g titanyum dioksit ve 10 g potasyum sülfat 150 ml konsantre sülfürik asit ile hot pleyt üzerinde 2 saat kaynatıldıktan sonra hazırlanan karışım soğutulularak 1.5 litreye tamamlanmıştır. Bu karışım titanyum çözeltisi olarak kullanılmıştır. 0.5 g bitki örneği 10 ml soğuk aseton ile homojenize edilip, homojenat Whatman No. 2 filtre kağıdı ile süzülükten sonra ekstrakt üzerine 4 ml titanyum çözeltisi ve 5 ml konsantre amonyum çözeltisi ilave edilmiştir. 5 000 devirde 10 dakika nüve marka NF-800R model etüvde santrifüj yapıp berrak kısım döküldükten sonra, çökelti 10 ml 1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile çözülüp, tekrar 5 000 devirde 10 dakika santrifüj yapılarak çözünmemiş materyal uzaklaştırılmış ve Shimadzu marka UV-1800 model spektrofotometrede, 415 nm' da absorbans okuması yapılmıştır.  $\text{H}_2\text{O}_2$  ile hazırlanan standart kurve ile değerlendirilmiştir.

### 3.2.9. İstatistiksel Analiz

Araştırmada tesadüf blokları deneme deseni kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri kullanılan deneme desenine göre "SAS 9.0" paket programında varyans analizine tabii tutulmuştur (SAS, Inst., 2003). Ortalamalar %5 ( $P < 0,05$ ) önem seviyesinde LSD testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Denemeye ait uygulamalar arasındaki fark her yıl ayrı ayrı kendi içerisinde değerlendirilmeye tabi tutulmuştur.

Özellikler arası ilişkileri belirlemek amacıyla Spearman Rank korelasyonundan faydalanılmış ve SAS programında Proc CORR komutu ile bu analiz gerçekleştirilmiştir (SAS, Inst., 2003).

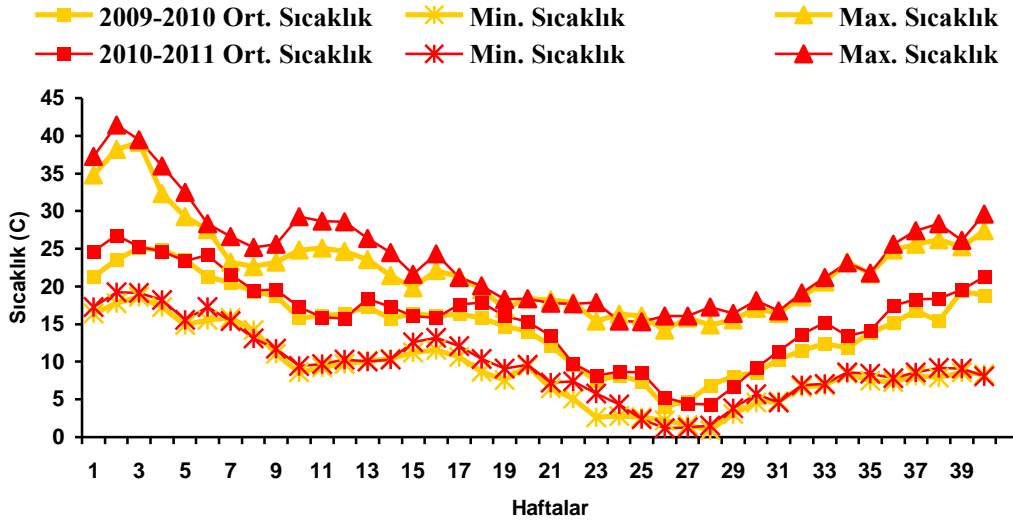
## BÖLÜM 4

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Doğal siklamen türlerinin kuraklığa ve tuzluluğa karşı gösterdiği tepkilerin ortaya çıkarılması, kuraklık ve tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerin büyüme ve gelişimi üzerine olan etkilerinin belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen bulgular 6 ana başlık altında toplanmıştır. Bu bölümde öncelikle araştırma süresince sera içerisindeki iklimsel verilerin bir değerlendirmesi yapılmıştır. Daha sonra kuraklık ve tuzluluğun, siklamen türlerinde sırasıyla bazı fenolojik, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine olan etkileri değerlendirilmiştir. Bunun ardından, kuraklık ve tuz stresi altındaki bitkilerde, yaprakların fenolojik, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal bazı özellikleri bakımından birbiriyle olan ilişkileri incelenmiştir.

## 4.1. Sera İklim Verileri

Araştırmada 2009 - 2010 ve 2010 - 2011 yılları arasında siklamenlerin 40 haftalık yetişme periyodu süresince yürütülen denemeye ilişkin sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ) değerleri ile aylık ortalama oransal nem (%) değerlerinin değişimi sırasıyla Şekil 15 ve Şekil 16'da verilmiştir.

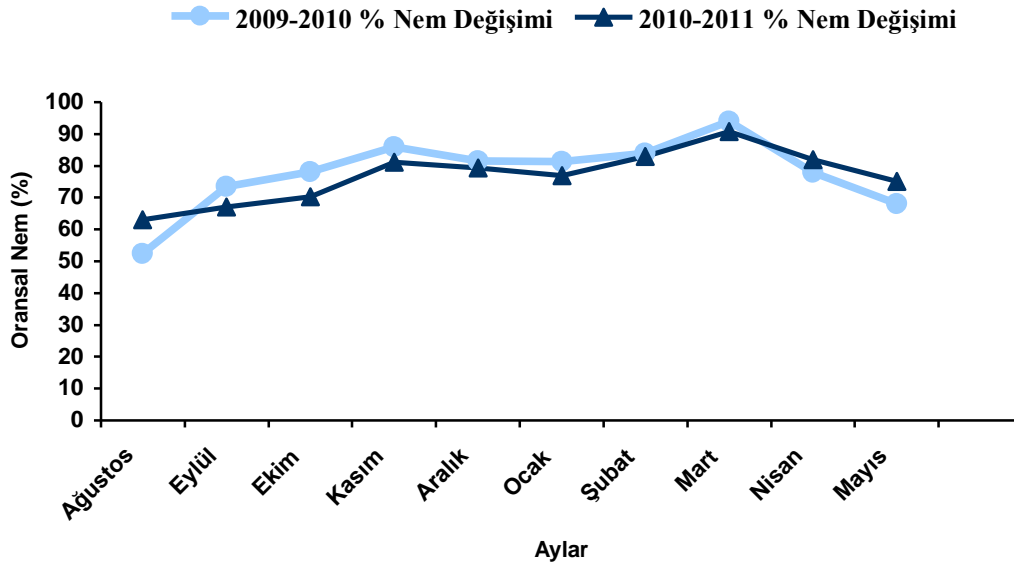


Şekil 15. 2009-2010 ve 2010-2011 yıllarında sera içinde ölçülen, ortalama, minimum, maksimum sıcaklık değerlerinin haftalık değişimi ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Sera içinde ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri yumru dikimi ve bitkilerin seraya alınmasını takip eden ilk haftalarda meydana gelmiştir. Dış hava sıcaklığının mevsim normallerinde azalmasıyla birlikte bitkilerin ısıtmasız sera koşullarında yetişmesine bağlı

olarak yumru dikiminden sonraki 3. haftadan itibaren sera içi sıcaklıkları düşmeye başlamıştır (Şekil 15). Ağustos ayı itibarı ile dış hava sıcaklığının yüksek seyretmesi sonucunda, sera içi sıcaklığının da %30 gölgeleme yapılmasına rağmen yüksek olduğu görülmüştür. Sera içi sıcaklık değerleri dikkate alındığında, genel olarak siklamenlerde ilk yaprak çıkışı ve çiçek tomurcuklarının ortam yüzeyinde görülmesi, dikimden itibaren 3. ve 4. haftalar arasında gerçekleşmiştir.

Haftalık ortalama değerler açısından 2009 – 2010 yılı için en yüksek sıcaklık, bitkilerde gelişim döneminin 3. haftasında 39,1 °C ile en düşük sıcaklık ise 28. haftada 0,9 °C olarak ölçülmüştür (Şekil 15). 2010 – 2011 yılında gerçekleştirilen denemede ise sera içinde en yüksek sıcaklık değeri 42,4 °C ile bitkilerin gelişim döneminin 2. haftasında ölçülürken, bir önceki yıla göre 3. hafta için ortalama sıcaklığın 3,2 °C daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında en düşük sıcaklık ise 1,2 °C ile bitkilerde gelişim döneminin 26. haftasında ölçülmüştür. 2010 -2011 yılları arasındaki ortalama sıcaklık değerlerinin bir önceki yıla göre daha yüksek seyrettiği Şekil 15'te görülmektedir.



Şekil 16. 2009-2010 ve 2010-2011 yıllarında, Ağustos- Mayıs ayları arasında sera içinde ölçülen, ortalama nem değeri (%).

2009 – 2010 yılı için aylık ortalama en yüksek oransal nem değeri % 94,3 ile Mart ayında ölçülürken, en düşük değer ise % 52,5 ile Ağustos ayında ölçülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise, en yüksek ve en düşük oransal nem değerleri sırasıyla % 90,5 ve % 63,1 ile yine Mart ve Ağustos aylarında ölçülmüştür (Şekil 16).



## 4.2. Siklamen Türlerinde Bazı Fenolojik Özellikler Üzerine Kuraklık ve Tuz Stresinin Etkisi

### 4.2.1. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Çıkış Süresi Üzerine Olan Etkisi

Bitkilerde yaprak çıkış süresine ilişkin değerler yönünden farklı düzeyde oluşturulan sulama konuları arasında ( $p<0.05$ ) istatistiksel anlamda önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 13). 2009 yılı için *C. coum* türünde en erken yaprak çıkışı ortalama 20,6 gün ile kontrol (%100) sulama konusunda elde edilirken, en geç yaprak çıkışının ise ortalama 32,5 gün ile %25 sulama seviyesinde olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 13.** Siklamen Türlerinde Farklı Sulama Düzeylerinin Yaprak Çıkış Süresi Üzerine Olan Etkisi (gün)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	20,6 d	19,3 c	22,2 c	23,5 c	20,7c	21,9 d
S <sub>0.75</sub> (%75)	23,2 c	22,0 b	23,5 c	24,0 c	21,9 bc	24,0 c
S <sub>0.50</sub> (%50)	29,1 b	21,7 b	25,4 b	28,5 b	23,7 b	26,4 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	32,5 a	24,5 a	28,5 a	33,0 a	25,6 a	32,4 a
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	1,82	1,93	1,77	1,85	1,87	1,91

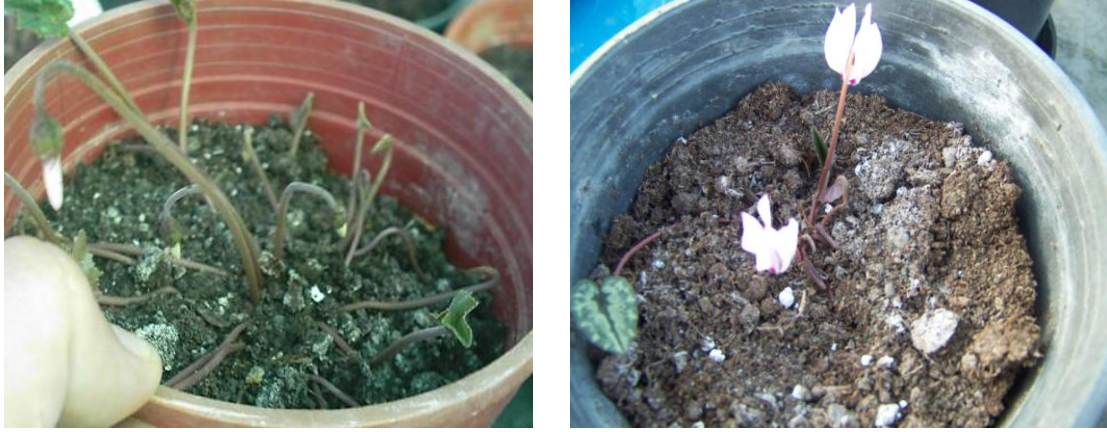
\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

*C. hederifolium* türünde en erken yaprak çıkışı ortalama 19,3 gün ile %100 sulama konusunda, en geç yaprak çıkışı ise ortalama 24,5 gün ile %25 sulama konusunda saptanmıştır (Çizelge 13). 2009 yılı için, diğer siklamen türlerinde olduğu gibi benzer biçimde, *C. cilicium*'da da %25 ve %50 sulama düzeylerinin kontrole göre yaprak çıkış süresi bakımından istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. *C. hederifolium* türünde ilk yaprak ve çiçek çıkışları Şekil 17'de görülmektedir.

2010 yılında gerçekleştirilen uygulamalar kapsamında, *C.coum*'da en geç yaprak çıkışı yine %25 sulama düzeyinde ortalama 33,0 gün olarak kaydedilirken bunu sırasıyla %50 ve %75 düzeyinde yapılan sulama konuları takip etmiştir. En erken yaprak çıkışının

ise ortalama 23,5 gün ile kontrol (%100) sulama konusunda gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 13).

Yaprak çıkış süresi bakımından 2010 yılı için *C. hederifolium* türünde %75 sulama düzeyi %50 sulama düzeyi ile istatistiksel bakımdan aynı sınıfta yer alırken, kontrol sulama düzeyine (%100) göre %25 ve %50 sulama düzeyleri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (Çizelge 13). *C. cilicium*'da ise 2010 yılı için en erken yaprak çıkışının ortalama 21,9 gün ile kontrol konusunda olduğu saptanmıştır. Çizelge 13'de de görüldüğü gibi kademeli olarak gerçekleştirilen farklı sulama düzeyleri yaprak çıkış sürelerini kontrole göre geciktirmiştir. *C. cilicium* türünde ilk yaprak ve çiçek çıkışları Şekil 17'de görülmektedir.



Şekil 17. *Cyclamen hederifolium* ve *Cyclamen cilicium*'da ilk yaprak ve çiçek çıkışı.

#### **4.2.2. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Çıkış Süresi Üzerine Olan Etkisi**

2009 ve 2011 yılları arasında serada yürütülen denemelerde yapılan farklı düzeylerde tuz uygulamalarının siklamen türlerinde yaprak çıkış süresi üzerinde  $p < 0.05$  seviyesinde etkili olduğu saptanmıştır.

Farklı tuzluluk düzeyleri bakımından *C. coum*'da 2009 yılı için en erken yaprak çıkışı ortalama 19,8 gün ile kontrol tuzluluk düzeyinde gerçekleşirken, en geç yaprak çıkışı ortalama 27,2 gün ile  $K+3 \text{ dS m}^{-1}$  ( $T_4$ ) tuzluluk düzeyi ile elde edilmiştir. Kontrol ( $T_1$ ) konusundaki tuzluluk düzeyinin sırasıyla 1 ve 2  $\text{dS m}^{-1}$  arttırılmasıyla elde edilen  $T_2$  ve  $T_3$  tuzluluk düzeyleri ise istatistiksel bakımdan  $p < 0.05$  seviyesinde aynı sınıfta yer almıştır (Çizelge 14). Denemenin ilk yılı için *C. hederifolium*'da, farklı tuzluluk düzeylerine göre en erken yaprak çıkışı değeri ortalama 18,0 gün ile kontrol konusunda tespit edilirken, artan tuz dozlarına paralel olarak yaprak çıkışının da geciktiği Çizelge 14'te görülmektedir.

2009 yılı için *C. cilicium* üzerinde gerçekleştirilen T<sub>2</sub> ve T<sub>3</sub> tuzluluk düzeyleri yaprak çıkışı bakımından p<0.05 seviyesinde istatistiksel anlamda aynı sınıfta yer alırken, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyi ile kontrol tuzluluk düzeyi arasındaki fark istatistiksel olarak p<0,05 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 14).

Çizelge 14. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak çıkış süresi üzerine olan etkisi (gün)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	19,8 c	18,0 d	21,1c	19,5 c	19,9 c	18,9 c
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	23,7 b	21,2 c	22,3 bc	21,3 bc	20,1 c	20,8 b
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	24,8 b	24,7 b	23,0 b	22,9 b	22,0 b	21,0 b
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	27,2 a	26,9 a	25,4 a	26,7 a	26,8 a	26,2 a
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	1,73	1,82	1,85	1,92	1,84	1,88

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistiksel açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

2010 yılında *C. coum* üzerinde gerçekleştirilen tuz uygulamalarına göre en erken yaprak çıkışı ortalama 19,5 gün ile kontrol konusunda saptanırken, en geç yaprak çıkışı ortalama 26,7 gün ile (T<sub>4</sub>) tuzluluk düzeyinde tespit edilmiştir. *C.hederifolium*'da ise (T<sub>2</sub>) tuzluluk düzeyi kontrole göre istatistiksel açıdan bir fark yaratmazken, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyleri ise istatistiksel bakımdan p<0.05 seviyesinde kontrole göre önemli bulunmuştur. 2010 yılı için *C. cilicium*'da gerçekleştirilen tuz uygulamalarına göre en erken yaprak çıkışı ortalama 18,9 gün ile T<sub>1</sub> konusunda, en geç yaprak çıkışı ise ortalama 26,2 gün ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyi konusunda belirlenmiştir (Çizelge 14).

#### 4.2.3. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Çiçeklenme Başlangıcı Üzerine Olan Etkisi

2009 ve 2010 yılları için yumruların dikiminden itibaren ilk çiçeklerin çıkış yaptığı güne kadar geçen süreyi ifade eden çiçeklenme başlangıcı üzerine farklı sulama düzeylerinin etkilerine ilişkin değerler Çizelge 15'te verilmiştir.

2009 yılında yürütülen denemede *C. coum* için en erken çiçeklenme ortalama 22,4 gün ile kontrol konusunda belirlenirken, en geç çiçeklenme ise ortalama 32,4 gün ile %25 sulama düzeyinde gerçekleşmiştir (Çizelge 15). *C. hederifolium*'da gerçekleştirilen kuraklık uygulamalarında da benzer şekilde en geç çiçeklenme %25 sulama düzeyinde ortalama 31,4 gün ile tespit edilirken, %50 ve %75 kontrol (%100) sulama düzeyine göre  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda bir fark yaratmamıştır (Çizelge 15). Benzer biçimde *C. cilicium*'da da %50 ve %75 düzeyinde gerçekleştirilen sulama düzeyleri, kontrol sulama düzeyi ile istatistiksel bakımdan aynı sınıfa dahil olmuştur. 2009 yılı verilerine göre *C. cilicium*'da en erken ve en geç çiçeklenme sırasıyla ortalama 23,0 ve 29,1 gün ile kontrol (%100) ve %25 sulama düzeylerinde belirlenmiştir (Çizelge 15).

Çizelge 15. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin çiçeklenme başlangıcı üzerine olan etkisi (gün)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	22,4 c	26,2 b	23,0 b	22,1 c	23,2 b	25,5 c
S <sub>0.75</sub> (%75)	24,5 c	27,7 b	23,6 b	26,8 b	23,8 b	29,3 b
S <sub>0.50</sub> (%50)	29,0 b	28,4 b	25,4 b	28,9 b	24,2 b	31,1 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	32,4 a	31,4 a	29,1 a	35,5 a	26,8 a	33,9 a
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	2,69	2,92	2,77	2,94	2,50	2,71

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

Çiçeklenme başlangıcı bakımından 2010 yılı için *C. coum*'da en erken çiçeklenmenin görüldüğü sulama düzeyi ortalama 22,1 gün ile kontrol (%100) konusu olurken, ortalama 35,5 gün ile en geç çiçeklenme %25 sulama düzeyinde saptanmıştır. %50 ve %75 sulama düzeyleri ise istatistiksel bakımdan aynı sınıf içerisinde yer almıştır. *C. hederifolium*'da çiçeklenme başlangıcı bakımından %50 ve %75 sulama düzeyleri kontrol ile aynı istatistiksel sınıf içerisinde yer almıştır. %25 sulama düzeyi ise kontrole göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. *C. cilicium*'da en erken ve en geç çiçeklenme ortalama 25,5 ve 33,9 gün ile sırasıyla kontrol ve %25 sulama düzeylerinde gerçekleşmiştir (Çizelge 15).

#### 4.2.4. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Çiçeklenme Başlangıcı Üzerine Olan Etkisi

Siklamen türlerinde çiçeklenme başlangıcı üzerine farklı tuz düzeylerinin etkisi bakımından elde edilen değerler Çizelge 16'da verilmiştir. 2009 yılında *C. coum* ve *C. hederifolium*'da farklı düzeylerde gerçekleştirilen tuz uygulamalarının tamamı kontrole göre  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (Çizelge 16). *C. coum*'da en erken çiçeklenme ortalama 23,6 gün ile kontrolde saptanmıştır. *C. cilicium*'da en geç çiçeklenme ortalama 33,1 gün ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde belirlenirken, T<sub>2</sub> ve T<sub>3</sub> tuzluluk düzeyleri arasında istatistiksel anlamda bir fark görülmemiş, her iki uygulamanın da kontrole (T<sub>1</sub>) göre istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16).

Çizelge 16. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin çiçeklenme başlangıcı üzerine olan etkisi (gün)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	23,6 d	21,1 d	23,8 c	24,2 c	19,8 d	20,3 c
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	28,2 c	26,7 c	27,1 b	28,6 b	23,3 c	24,9 b
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	32,3 b	30,7 b	29,8 b	30,7 b	26,4 b	28,4 a
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	35,5 a	33,9 a	33,1 a	34,3 a	29,5 a	31,0 a
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	2,84	2,88	2,90	2,75	2,68	2,82

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

2010 yılı için *C. coum*'da T<sub>2</sub> ve T<sub>3</sub> tuzluluk düzeyleri istatistiksel bakımdan aynı sınıfta yer almış buna karşın T<sub>4</sub> ile kontrole göre önemli bulunmuştur. *C. hederifolium*'da ise en erken çiçeklenme ortalama 19,8 gün ile kontrol tuzluluk düzeyinde elde edilirken, en geç çiçeklenme ise ortalama 29,5 gün ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde saptanmıştır. *C. hederifolium*'da tuzluluk düzeylerinin tamamı kontrole (T<sub>1</sub>) göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. *C. cilicium*'da T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyleri istatistiksel bakımdan aynı sınıfta yer alırken, kontrole göre  $p<0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 16).

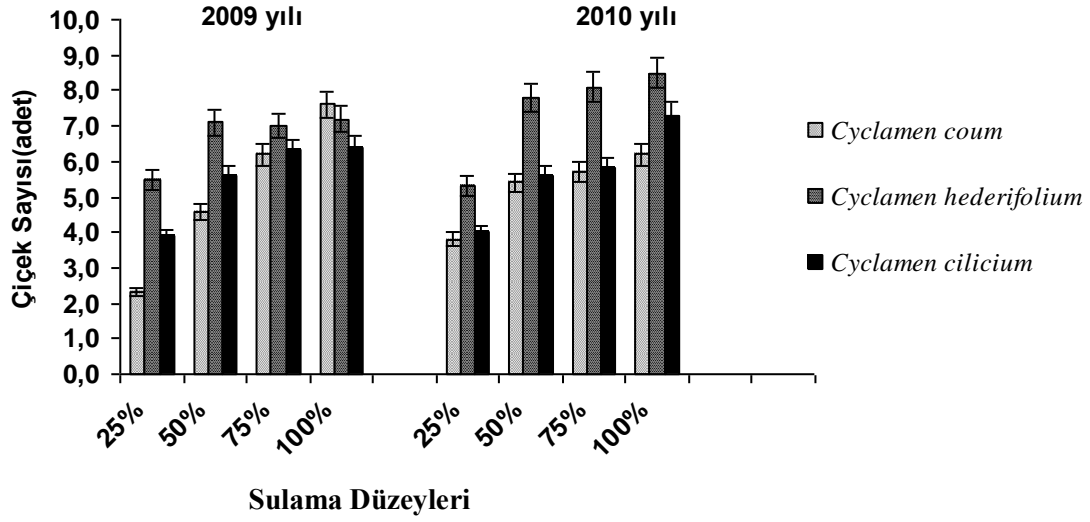
#### 4.2.5. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Çiçek Sayısı Üzerine Olan Etkisi

Yıllara göre siklamen türlerinde bitki başına düşen çıkış yapmış toplam çiçek sayısı esas alınarak ortalaması hesaplanmıştır. Çiçek sayılarına ait değerlere göre, 2009 yılı için *C. coum*'da en az çiçek sayısı ortalama 2,3 adet ile %25 sulama konusundan elde edilmiştir. Şekil 18'de görüldüğü gibi *C. coum*'da kontrole göre su kısıtı arttıkça toplam çiçek sayısında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 17). *C. coum*'da farklı sulama düzeylerinin tamamı kontrol konusuna göre  $p < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 17). Bitki başına düşen ortalama çiçek sayısı bakımından *C. hederifolium* için ise en fazla çiçek sayısı ortalama 7,2 adet ile kontrol (%100) sulama düzeyinde tespit edilirken, %75 ve %50 sulama düzeyleri ile kontrol arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. 2010 yılında en az çiçek sayısı *C. coum* için ortalama 3,8 adet ile %25 sulama konusundan elde edilirken en fazla çiçek sayısı ise ortalama 6,2 adet ile kontrol bitkilerinde belirlenmiştir. Buna göre denemeye alınan her üç siklamen türü için de %75 ve %50 sulama düzeyleri istatistiksel açıdan aynı sınıfta yer alırken kontrol ve %25 sulama düzeylerine göre ise  $p < 0,05$  seviyesinde önemli bulunmuşlardır (Çizelge 17).

Çizelge 17. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin çiçek sayısı üzerine olan etkisi (adet)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	7,6 a	7,2 a	6,4 a	6,2 a	8,5 a	7,3 a
S <sub>0.75</sub> (%75)	6,2 b	7,0 a	6,3 a	5,7 b	8,1 b	5,8 b
S <sub>0.50</sub> (%50)	4,6 c	7,1 a	5,6 b	5,4 b	7,8 b	5,6 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	2,3 d	5,5 b	3,9 c	3,8 c	5,3 c	4,0 c
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	0,542	0,417	0,281	0,323	0,390	0,296

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 18. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin çiçek sayısı üzerine olan etkisi (adet).



Şekil 19. Farklı sulama düzeylerinde *C. coum* ve *C. cilicium*'un çiçek sayısında meydana gelen değişimleri gösteren resimler.

#### 4.2.6. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Çiçek Sayısı Üzerine Olan Etkisi

2009 ve 2010 yılı için farklı tuzluluk düzeylerinin çiçek sayısı üzerine olan etkileri istatistiksel bakımdan  $p < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Buna göre 2009 yılı için *C. coum*'da en fazla çiçek sayısı 8.7 adet ile T<sub>1</sub> (Kontrol) tuzluluk düzeyinde saptanırken en az çiçek sayısı ise ortalama 1.6 adet ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir (Çizelge 18).

Çizelge 18. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin çiçek sayısı üzerine olan etkisi (adet).

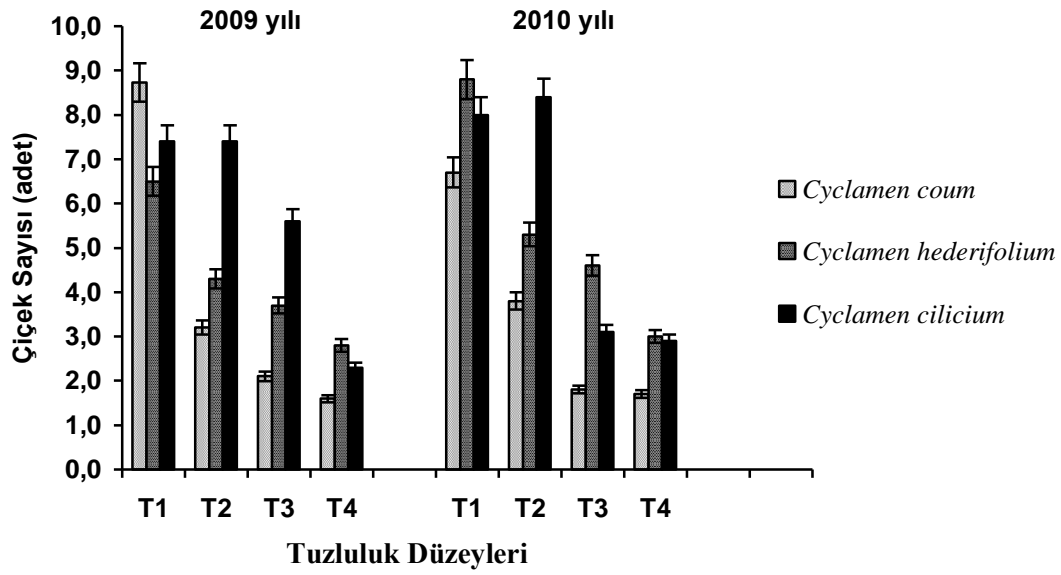
Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	8,7 a	6,5 a	7,4 a	6,7 a	8,8 a	8,0 a
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	3,2 b	4,3 b	7,4 a	3,8 b	5,3 b	8,3 a
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	2,1 c	3,7 c	5,6 b	2,8 c	4,6 c	3,2 b
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	1,6 d	2,8 d	2,3 c	1,7 d	3,0 d	1,9 c
<i>EAÖF</i> (0,05)	0,354	0,312	0,290	0,368	0,324	0,395

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

*C. coum* ve *C. hederifolium*'da tuzluluk düzeylerinin tamamı kontrol tuzluluk düzeyine göre istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Buna göre tuzluluk düzeyi kademeli olarak artarken çiçek sayısının azaldığı saptanmıştır (Çizelge 18). *C. cilicium*'da 2009 yılına göre en az çiçek sayısı ortalama 2,3 adet ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde saptanırken, en fazla çiçek sayısı ise ortalama 7,4 adet ile T<sub>1</sub> (Kontrol) ve T<sub>2</sub> uygulamalarında tespit edilmiştir. *C. cilicium*'da çiçek sayısı bakımından kontrole göre T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyinde herhangi bir fark oluşmazken, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyleri ise p<0.05 seviyesinde kontrole göre istatistiksel açıdan farklı sınıflarda yer almıştır.

2010 yılı için *C.coum*'da farklı tuzluluk düzeylerinin istatistiksel anlamda kontrol tuzluluk düzeyine göre önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 20). *C. coum*'da en fazla çiçek sayısı ortalama 6,7 adet ile T<sub>1</sub> (kontrol) bitkilerinde elde edilirken, en az çiçek sayısı ise ortalama 1,7 adet ile en yüksek tuz düzeyinin uygulandığı T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde tespit edilmiştir. *C. coum* için tuzluluk düzeyi artarken çiçek sayısı azalmıştır (Çizelge 18). *C. hederifolium*'da da benzer şekilde çiçek sayısı, tuzluluk düzeyinin artışıyla ters orantılı olarak azalmıştır. *C. Cilicium* için T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyi ile kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyi arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyleri ise kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyine göre istatistiksel anlamda önemli fark meydana getirmiştir (Çizelge 18).





Şekil 20. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin çiçek sayısı üzerine olan etkisi (adet).

#### 4.2.7. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Sayısı Üzerine Olan Etkisi

Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprak sayısı üzerine olan etkisi incelenmiş ve ilgili değerlere ait bulgular çizelge 15'te verilmiştir. 2009 yılına ait kuraklık uygulamaları kapsamında *C. coum* için %75 ve %50 sulama düzeyleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark oluşmazken, bu uygulamalar %25 sulama düzeyi ile birlikte %100 (kontrol) sulama düzeyine göre istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur (Çizelge 19). *C. hederifolium* için 2009 yılında %50 sulama düzeyi istatistiksel açıdan kontrol ile aynı sınıfta yer alırken, diğer uygulamalar ise kontrole göre  $p < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 19). *C. cilicium*'da ise saksı başına düşen ortalama yaprak sayısı bakımından, en az yaprak adedi 6,0 değeri ile %25 sulama düzeyinde saptanırken, en yüksek değer ortalama 9,4 yaprak adedi ile kontrol (%100) konusunda belirlenmiştir.

2010 yılında, *C. coum* için saksı başına düşen ortalama en yüksek yaprak adedi değeri ortalama 12,3 ile kontrol konusunda saptanmıştır. *C. hederifolium* açısından, kuraklık uygulaması kapsamında gerçekleştirilen farklı sulama düzeylerinden %50 ve %75 konuları, istatistiksel bakımdan saksı başına düşen ortalama yaprak sayısı üzerinde kontrole göre istatistiksel açıdan önemli bir fark oluşturmamıştır (Çizelge 19).

Çizelge 19. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak sayısı üzerine olan etkisi (adet)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	14,6 a	12,3 a	9,4 a	12,3 a	12,0 a	10,2a
S <sub>0.75</sub> (%75)	12,3 b	10,1 b	10,5 a	11,7 a	10,8 a	9,8 a
S <sub>0.50</sub> (%50)	11,8 b	11,9 a	7,6 b	9,4 b	11,2 a	7,2 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	7,8 c	7,3 c	6,0 c	7,1 c	7,2 b	5,6 c
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	1,83	1,75	1,47	1,73	1,67	1,53

\* Aynı yıllar içerisinde yer alan aynı sütunlar istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

Farklı sulama düzeylerinin uygulandığı doğal siklamen türlerinde %25 sulama konusu her üç siklamen türünde de yaprak sayısı bakımından kontrole göre  $p < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Elde ettiğimiz bulgulara paralel olarak, Asraf (2004) kuraklık stresi karşısında bitkilerde genel olarak yaprak sayısında görülen azalmanın, bitkinin strese cevabı niteliğinde ve büyümede meydana gelen yavaşlama şeklinde kendini gösterdiğini ifade etmiştir. Siklamen türlerinde kuraklık stresi sonucunda yaprak sayısında meydana gelen değişimler Şekil 21’de görülmektedir.



Şekil 21. Farklı sulama düzeylerinde *Cyclamen coum* ve *Cyclamen cilicium*'un yaprak sayıları.

#### 4.2.8. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Sayısı Üzerine Olan Etkisi

Araştırmada 2009 yılı için, bitki başına düşen ortalama yaprak sayısı üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 20). Bu bağlamda, *C. coum*'da  $T_3$  ve  $T_4$  tuzluluk düzeyindeki uygulamalar  $T_1$  (Kontrol) tuzluluk düzeyi ile istatistiki bakımdan farklı sınıfta yer alırken,  $T_2$  tuzluluk düzeyi ise kontrole göre fark oluşturmamıştır.

*C. coum* için 2009 yılında gerçekleştirilen tuz uygulamalarına göre saksı başına düşen ortalama yaprak sayısında buna paralel bir azalış görülmektedir (Çizelge 20). *C. hederifolium* türünde ise saksı başına düşen ortalama yaprak sayısı bakımından 2009 yılı için tespit edilen en düşük değer 4,3 adet ile  $T_4$  tuzluluk düzeyi olurken, bunu sırasıyla  $T_3$  ve  $T_2$  tuzluluk düzeyleri takip etmiştir (Çizelge 20). *C. cilicium*'da da saksı başına düşen ortalama yaprak sayısı üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin etkisi kontrol bitkilerine göre istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) önemli bulunmuştur.

Çizelge 20. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak sayısı üzerine olan etkisi (adet)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
<b><math>T_1</math>: Kontrol</b>	11,7 a	10,3a	11,5 a	10,4 a	12,3 a	10,8 a
<b><math>T_2</math>: K+1 ds/m</b>	10,5 a	8,9 a	8,6 b	8,6 b	10,7 a	9,2 a
<b><math>T_3</math>: K+2 ds/m</b>	6,8 b	6,0 b	7,2 b	6,9 c	8,0 b	7,3 b
<b><math>T_4</math>: K+3 ds/m</b>	4,2 c	4,3 c	5,6 c	5,4 c	5,7 c	5,4 c
<i>EAÖF</i> (0,05)	1,78	1,69	1,54	1,65	1,77	1,70

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

2010 yılında denemeden elde edilen bulgulara göre *C. coum*'da saksı başına düşen ortalama yaprak sayısı bakımından en yüksek değere ortalama 10,4 adet ile kontrol ( $T_1$ )'de ulaşılırken, bunu ortalama 8,6 ve 6,9 adet ile  $T_2$  ve  $T_3$  uygulamaları takip etmiştir.  $T_3$  ve  $T_4$

tuzluluk düzeyleri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Bunun yanı sıra tuzluluk düzeylerinin tamamı (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>), kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyine göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Farklı tuzluluk düzeylerine göre *C. hederifolium* ve *C. cilicium*'da en fazla yaprak sayısı ortalama kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyinde saptanmış, T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyi ile kontrol istatistiksel bakımdan aynı sınıf içerisinde yer almıştır. Diğer (T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub>) tuzluluk düzeyleri ise, kontrole (T<sub>1</sub>) göre istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur. Yaşar (2003)'a göre artan tuz konsantrasyonu karşısında NaCl'ün neden olduğu toksik etki, su potansiyelinde azalma meydana getirerek bitki hücrelerinin ozmotik potansiyeli düşmektedir. Bunun sonucunda, tuz stresine en duyarlı organlardan yaprak ve diğerlerinde yeni oluşumlar sınırlanmaktadır. Tuz stresine giren bitkilerde özellikle stomaların kapanması bitkinin fotosentez hızının azalmasına ve ilerleyen dönemlerde bitkinin gelişiminin durmasına sebep olmaktadır.

Siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen tuz uygulamalarının yaprak sayısı üzerine olan etkilerine ilişkin çizelge incelendiğinde, tuz stresine giren siklamen türlerinde artan tuzluluk düzeylerine göre, yeni yaprak oluşumunun sınırlandığı belirlenmiştir (Çizelge 20).

### **4.3. Siklamen Türlerinde Bazı Morfolojik Özellikler Üzerine Kuraklık ve Tuz Stresinin Etkisi**

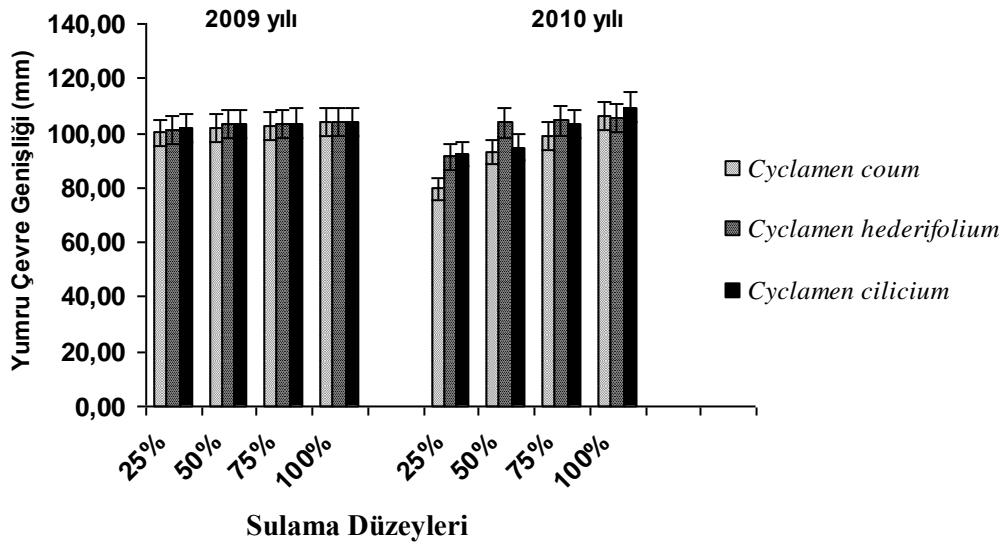
#### **4.3.1. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yumruların Çevre Genişliği Üzerine Olan Etkisi**

Yumruların çevre genişliğine ilişkin 2009 ve 2010 yılında elde edilen değerler bakımından farklı sulama düzeylerinin  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 21). 2009 yılında gerçekleştirilen kuraklık uygulamaları kapsamında, *C. coum* için yumrulara çevre genişliği bakımından elde edilen bulgulara göre, en yüksek değer 103,83 mm ile kontrol (%100) sulama düzeyinde gerçekleşirken, bunu sırasıyla %75, %50 ve %25 düzeyindeki sulama konuları takip etmiştir (Çizelge 21). *C. hederifolium*'da yumruların çevre genişliği bakımından istatistiksel anlamda kontrol (%100), %75 ve %50 konuları arasında bir farklılık oluşmadığı, diğer taraftan %25 sulama konusunun istatistiksel bakımdan kontrol ve diğer sulama düzeylerine göre önemli bulunduğu tespit edilmiştir. *C. cilicium* için de %25 sulama düzeyine kadar diğer sulama düzeylerinde kontrole göre istatistiksel açıdan önemli bir fark oluşmadığı belirlenmiştir (Çizelge 21). 2010 yılında yapılan uygulamalarda, *C. hederifolium*'da %50 ve %75 sulama düzeyleri yumru çevre genişliği bakımından kontrol sulama düzeyine göre istatistiksel anlamda bir fark meydana getirmemiştir.

Çizelge 21. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yumru çevre genişliği üzerine olan etkisi (mm)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	103,83 a	103,99 a	104,18 a	106,28 a	105,44 a	109,49 a
S <sub>0.75</sub> (%75)	102,48 b	103,52 a	103,88 a	98,97 b	105,03 a	103,24 b
S <sub>0.50</sub> (%50)	101,89 c	103,36 a	103,71 a	93,06 c	104,37 a	94,70 c
S <sub>0.25</sub> (%25)	100,13 d	101,23 b	101,70 b	90,85 d	91,40 b	92,31 d
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	0,437	0,484	0,492	1,116	1,103	1,360

\* Aynı yıllar içerisinde yer alan aynı sütunlar istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 22. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yumruların çevre genişliği üzerine olan etkisi (mm).

Yumru çevre genişliği bakımından *C. coum* için en yüksek ortalama değer %100 (kontrol) sulama düzeyinde 106,28 mm olarak belirlenirken, en düşük ortalama değer ise 90,85 mm ile %25 sulama düzeyinde saptanmıştır (Çizelge 21). *C. hederifolium*'da ise en yüksek yumru çevre genişliği değeri ortalama 105,44 mm ile %100 (kontrol) sulama düzeyinde tespit edilmiş, en düşük değer ise 91,40 mm ile %25 sulama düzeyinde

saptanmıştır. *C. cilicium*'da yumru çevre genişliği bakımından en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla, %100 (kontrol) sulama düzeyinde 109,49 mm ve %25 sulama düzeyinde 92,31 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 21).

#### 4.3.2. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yumruların Çevre Genişliği Üzerine Olan Etkisi

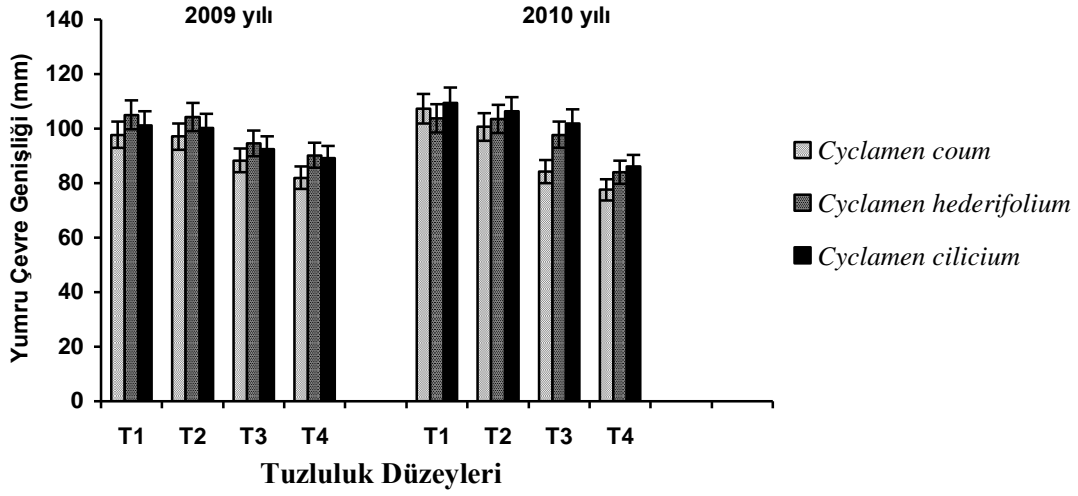
Siklamen türlerine göre farklı düzeylerde tuz uygulamalarının yumruların çevre genişliği üzerine olan etkileri incelendiğinde, araştırmada uygulanan konuların  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 22. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yumru çevre genişliği üzerine olan etkisi (mm)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	97,74 a	105,03 a	101,20 a	107,32 a	103,83 a	109,49 a
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	97,08 a	104,21 a	100,32 a	100,61 b	103,02 a	106,25 b
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	88,32 b	94,67 b	92,47 b	84,33 c	97,71 b	101,89 c
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	81,92 c	90,21 c	89,23 c	77,58 d	84,05 c	86,06 d
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	0,523	0,940	0,784	1,613	0,797	1,845

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

Buna göre, 2009 yılı için *C. coum*'da en yüksek yumru çevre genişliği değeri kontrol (T<sub>1</sub>) konusunda ortalama 97,74 mm olarak belirlenmiştir. En düşük yumru çevre genişliği değeri ise ortalama 81,92 mm ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde saptanmıştır. *C.coum*, *C.hederifolium* ve *C.cilicium*'da T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyi istatistiksel bakımdan kontrol (T<sub>1</sub>) ile  $p < 0.05$  seviyesinde aynı sınıfta yer almıştır. 2010 yılında *C. hederifolium* için T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyi istatistiksel bakımdan kontrol (T<sub>1</sub>) ile  $p < 0.05$  seviyesinde aynı sınıfta yer almıştır, diğer tuzluluk düzeyleri ise kontrole göre önemli bulunmuştur. *C.cilicium* için en yüksek yumru çevre genişliği değeri ortalama 109,49 mm ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir.



Şekil 23. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yumruların çevre genişliği üzerine olan etkisi (mm).

#### 4.3.3. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yumru Ağırlığı Üzerine Olan Etkisi

Farklı sulama düzeylerinin siklamen türlerine göre yumru ağırlığı üzerine olan etkilerinde, 2009 yılı için uygulanan sulama konularının  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Sulama düzeylerinin yumru ağırlığı üzerindeki etkilerine ilişkin değerler Çizelge 19'de görülmektedir. Buna göre *C. coum* için kuraklık uygulamalarının kontrole göre önemli düzeyde etkili olduğu, *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için ise %75 sulama düzeyinin istatistiksel anlamda kontrole göre önemli fark meydana getirmediği tespit edilmiştir (Çizelge 23).

2010 yılında *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için %75 sulama düzeyinde  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda kontrole göre önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. %50 ve %25 sulama düzeyleri ise kontrole göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. *C. coum* 'da ise %50 ve %75 sulama düzeyleri arasında yumru ağırlığı bakımından istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmazken, her iki uygulamanın da %25 sulama düzeyi ile birlikte, kontrol (%100) sulama düzeyine göre istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Farklı sulama düzeylerine göre en düşük yumru ağırlığı değerleri, üç siklamen türü için de %25 sulama düzeyinde saptanırken, en yüksek yumru ağırlığı değeri ise kontrol (%100) sulama düzeyinde belirlenmiştir (Çizelge 23).

Çizelge 23. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yumru ağırlığı üzerine olan etkisi (g)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri		Siklamen Türleri	Siklamen Türleri		Siklamen Türleri
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1,0</sub> (%100)	10,839 a	10,878 a	10,448 a	11,046 a	10,484 a	10,821 a
S <sub>0,75</sub> (%75)	10,592 b	10,670 a	10,231 a	10,725 b	10,290 a	10, 693 a
S <sub>0,50</sub> (%50)	9,107 c	10,420 b	8,951 b	10,518 b	9,857 b	9,277 b
S <sub>0,25</sub> (%25)	8,425 d	8,548 c	8,109 c	9,140 c	9,204 c	8,814 c
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	0,224	0,217	0,221	0,233	0,210	0,245

\* Aynı yıllar içerisinde yer alan aynı sütunlar istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

#### 4.3.4. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yumru Ağırlığı Üzerine Olan Etkisi

Yumru ağırlığı bakımından siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin de  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Buna göre 2009 yılında yapılan tuz uygulamaları kapsamında *C.coum* için farklı tuzluluk düzeylerinin kontrole göre istatistiksel açıdan fark oluşturduğu tespit edilmiştir. *C.coum* için tuz düzeylerine bağlı olarak yumrulara meydana gelen ağırlık kaybı istatistiksel anlamda kontrole göre önemli bulunmuştur (Çizelge 24).

*C. hederifolium* için yumru ağırlığı bakımından 2009 yılı değerleri incelendiğinde T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyinin istatistiksel açıdan kontrole göre önemli bir fark oluşturmadığı ancak T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeylerinin kontrol tuzluluk düzeyine göre istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. *C. cilicium*'da ise farklı düzeylerde tuz uygulamalarının kontrol (T<sub>1</sub>)'e göre yumru ağırlığı üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge 24). 2010 yılında gerçekleştirilen denemelerde elde edilen bulgulara göre, yumru ağırlığı açısından *C. coum*'da T<sub>2</sub> ve T<sub>3</sub> tuzluluk düzeyleri aynı istatistikî sınıf içerisinde yer almıştır. *C. hederifolium* ve *C.cilicium*'da T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyinin kontrole göre istatistiksel anlamda önemli bir fark oluşturmadığı saptanmıştır. T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyleri ise her iki siklamen türünde de kontrole göre yumru ağırlığı bakımından istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır.



Çizelge 24. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yumru ağırlığı üzerine olan etkisi (g)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	10,835 a	10,918 a	10,510 a	10,382 a	11,435 a	11,520 a
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	10,344 b	10,681 a	10,163 b	10,040 b	11,247 a	11,384 a
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	9,920 c	10,320 b	9,875 c	9,811 b	10,859 b	10,946 b
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	9,516 d	9,807 c	9,412 d	9,459 c	10,434 c	10,592 c
<i>EAÖF</i> (0,05)	0,263	0,257	0,251	0,253	0,272	0,278

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

#### 4.3.5. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yumru Yüksekliği Üzerine Olan Etkisi

2009 - 2010 yılında gerçekleştirilen sera denemelerinde siklamen türlerinde yıllara göre tuzluluk uygulamalarının yumru yüksekliği üzerinde  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir. Buna göre *C. coum*'da farklı sulama düzeyine göre yumru yükseklikleri 8,827 mm ile 8,805 mm arasında değişmektedir. *C. hederifolium*'da ise yumru yükseklikleri 7,551 mm ile 7,490 mm arasında değer almıştır (Çizelge 25).

*C. cilicium*'da yumru yüksekliği bakımından en yüksek değer 8,587 mm ile kontrol konusu sulama düzeyinde tespit edilirken, diğer uygulamalarla kontrol sulama düzeyi arasındaki farkın  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 25).

2010 yılı içerisinde yürütülen denemelerde de yumru yüksekliği bakımından farklı sulama düzeylerinin siklamen türleri üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır. Bu bakımdan farklı sulama düzeylerinin yumru yüksekliği üzerindeki etkisi  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel açıdan önemli değildir (Çizelge 25).

Çizelge 25. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yumru yüksekliği üzerine olan etkisi (mm)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri		Siklamen Türleri	Siklamen Türleri		Siklamen Türleri
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	8,827	7,551	8,587	8,025	7,809	8,203
S <sub>0.75</sub> (%75)	8,822	7,548	8,574	7,943	7,784	8,195
S <sub>0.50</sub> (%50)	8,814	7,533	8,591	7,972	7,775	8,177
S <sub>0.25</sub> (%25)	8,805	7,490	8,570	7,965	7,769	8,172
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

\* ÖD: Önemli Değil

#### 4.3.6. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yumru Yüksekliği Üzerine Olan Etkisi

2009 yılında yumru yüksekliğinin *C.coum* için farklı tuz düzeylerinde 8,661 ile 8,619 mm arasında değerler aldığı saptanmıştır. *C.hederifolium* için ise yumru yüksekliğinin tuz uygulamalarına göre 8,750 ile 8,714 mm arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 26). *C. cilicium*'da ise yumru yüksekliği bakımından en büyük değer 8,038 mm ile (T<sub>2</sub>) tuzluluk düzeyinde belirlenirken, en düşük yumru yüksekliği değeri ise 7,985 mm ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde tespit edilmiştir. Diğer yandan siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerine göre değişen yumru yüksekliğinin her iki yıl için de istatistiksel anlamda p<0.05 seviyesinde önemli olmadığı saptanmıştır.

2010 yılı için de, siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yumru yüksekliği üzerinde istatistiksel bakımdan önemli olmadığı saptanmıştır (p<0,05). *C. coum* için yumru yüksekliği değerlerinin 8,531 mm ile 8,496 mm, *C. hederifolium* için yumru yüksekliği değerlerinin 8,617 mm ile 8,580 mm ve *C. cilicium* içinse yumru yüksekliği değerlerinin 8,345 mm ile 8,297 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Farklı seviyelerde gerçekleştirilen tuz uygulamalarına göre yumru yüksekliğinde tespit edilen değerler Çizelge 26'da görülmektedir.

Çizelge 26. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yumru yüksekliği üzerine olan etkisi (mm)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	8,661	8,750	8,034	8,531	8,617	8,345
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	8,633	8,739	8,038	8,488	8,603	8,315
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	8,628	8,722	7,992	8,503	8,591	8,326
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	8,619	8,714	7,985	8,496	8,580	8,297
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

\* ÖD: Önemli Değil

#### 4.3.7. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Alanı Üzerine Olan Etkisi

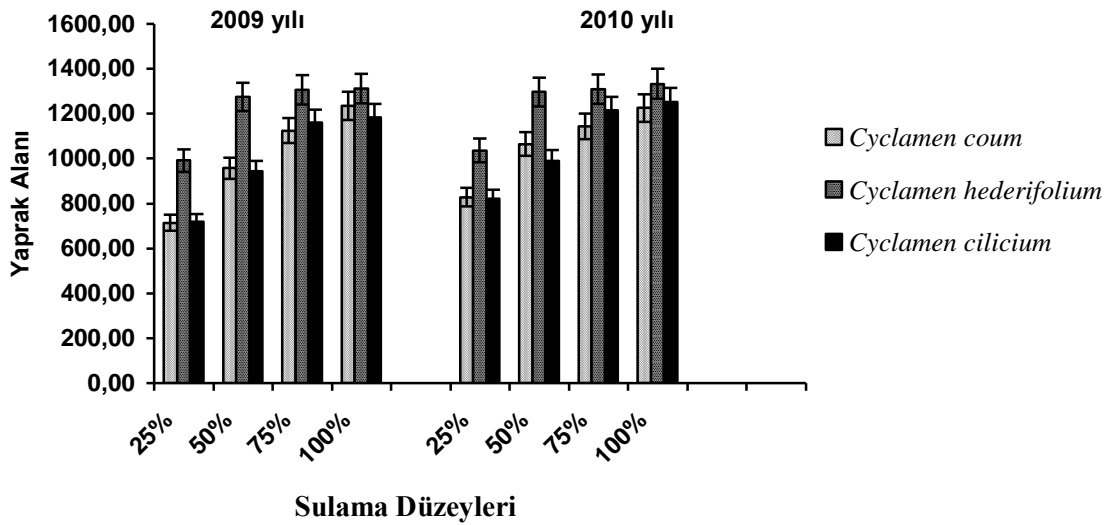
Yaprak alanı bakımından siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 27. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak alanı üzerine olan etkisi (mm<sup>2</sup>)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	1235,08 a	1313,06 a	1184,15 a	1226,05 a	1332,72 a	1252,10 a
S <sub>0.75</sub> (%75)	1124,83 b	1305,24 a	1159,48 a	1143,78 b	1309,44 a	1214,27 a
S <sub>0.50</sub> (%50)	957,45 c	1274,67 a	943,29 b	1065,20 c	1296,36 a	988,62 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	713,16 d	992,16 b	717,35 c	827,47 d	1036,43 b	821,39 c
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	56,490	31,783	33,438	51,075	39,103	40,867

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

Buna göre 2009 yılında *C. coum* için 1235,08 mm<sup>2</sup> yaprak alanı ile en yüksek değer kontrol (%100) sulama düzeyinde tespit edilirken bunu sırasıyla %75, %50 ve %25 sulama düzeyleri izlemiştir. Her üç sulama düzeyinin de kontrole göre yaprak alanı üzerinde istatistiksel anlamda etkili olduğu Çizelge 27’de görülmektedir. Buna göre *C. coum* için artan su noksanlığına bağlı olarak yaprak alanı azalmaktadır (Şekil 24). Yapılan bir araştırmada kuraklığın bitkide fotosentezi büyük oranda etkileyerek, kuraklık stresi ile toplam yaprak alanının azaldığı ve fotosentezin bu yüzden yavaşladığı ifade edilmiştir. Bitkilerde yaprak yüzey genişliği ne kadar fazla ise su kaybının da o oranda gerçekleşeceği belirtilmiştir. Kuraklık stresi karşısında yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığı, kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimlerin genel olarak transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yönelik olduğu belirtilmiştir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Asraf ve Iram (2005)’da kuraklık stresinin yaprak alanında azalmaya neden olduğunu ifade etmiştir. Bu araştırmada kuraklık stresi sonucunda siklamenlerde yaprak alanının azalmasına ilişkin elde edilen bulgular araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir. *Cyclamen hederifolium* üzerinde yürütülen bir kuraklık stres çalışmasında ise, farklı düzeylerde gerçekleştirilen kısıtlı su uygulamalarında, yaprak alan indeksi (LAI) bakımından %50 sulama konusunda kontrol bitkilerine göre önemli bir değişimin olmadığı, bu bakımdan *Cyclamen hederifolium*’un kuraklık stresi %50 su kısıtı seviyesinde tolerans gösterdiği bildirilmiştir (Yıldırım ve ark., 2009).



Şekil 24. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprak alanı üzerine olan etkisi (mm<sup>2</sup>).

2009 yılında *C. hederifolium* için, kuraklık uygulamalarının şiddetine bağlı olarak yaprak alanında belirli bir düşüş gözlenirse de, yaprak alanı üzerinde %75 ve %50 uygulamaları kontrol (%100) sulama düzeyi ile istatistiksel anlamda aynı sınıfta yer almıştır (Çizelge 27). Bu bakımdan *C. hederifolium*'da % 50 sulama düzeyinin yaprak alanı üzerindeki etkisine ilişkin elde edilen bulgular araştırmacıların bulgularını desteklemektedir. *C. hederifolium*'da %25 sulama düzeyinin ise kontrole göre  $p<0.05$  seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. *C. cilicium*'da yaprak alanı bakımından kontrol (%100) ile %75 sulama düzeyi istatistiksel bakımdan aynı sınıfa yer alırken, %50 ve %25 sulama düzeyleri ise kontrole göre etkili bulunmuştur (Çizelge 27).

2010 yılı denemelerinde, farklı sulama düzeylerinin *C. coum*'un, yaprak alanı üzerinde kontrol (%100)'e göre istatistiksel olarak etkili olduğu tespit edilmiştir. *C. hederifolium*'da ise %75 ve %50 sulama düzeyleri %100 (Kontrol) sulama konusuyla istatistiksel açıdan aynı sınıfta yer almıştır (Şekil 24).

#### 4.3.8. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Alanı Üzerine Olan Etkisi

Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak alanı bakımından  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. 2009 yılı için, *C. cilicium* 'da yaprak alanı bakımından  $T_2$  tuzluluk düzeyi kontrol ( $T_1$ )'e göre istatistiksel açıdan bir fark oluşturmazken,  $T_3$  ve  $T_4$  tuzluluk düzeylerinin yaprak alanı üzerindeki etkisi kontrole göre ( $p<0,05$ ) önemli bulunmuştur (Çizelge 28).



Şekil 25. Farklı tuzluluk düzeylerine göre *Cyclamen coum* ve *Cyclamen cilicium* 'un yaprak alanında meydana gelen değişimler.

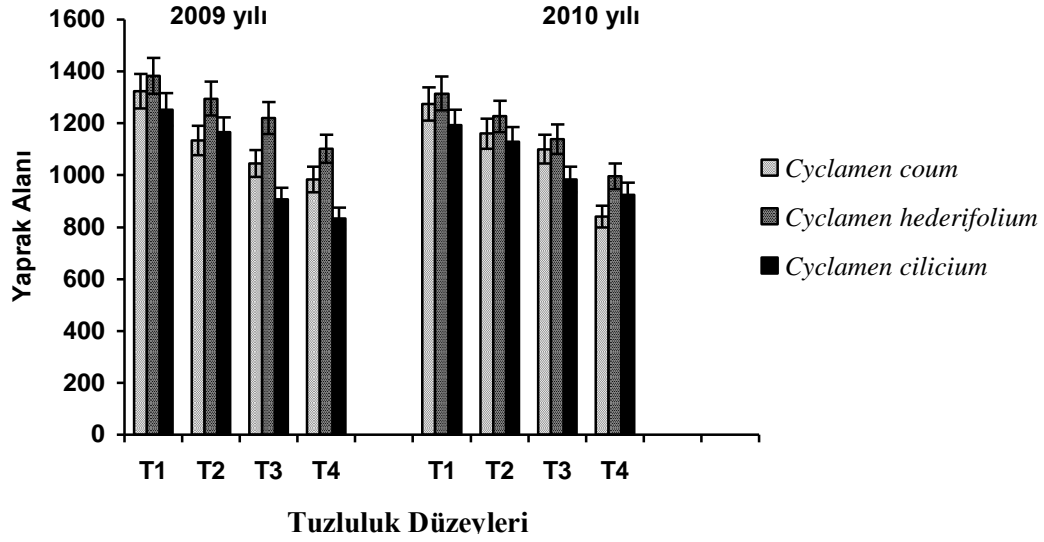
2009 yılına ait tuzluluk denemesinde *Cyclamen coum* için en büyük yaprak alanı değeri 1324,56 mm<sup>2</sup> ile kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyinde saptanırken, 982,71 mm<sup>2</sup> ile en küçük yaprak alanı değeri T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir. Şekil 26’da görüldüğü gibi *C.coum* için ortamdaki tuzluluk düzeyinin artışına bağlı olarak bitkide yaprak alanı azalmaktadır. Elde ettiğimiz bulguya benzer şekilde Lutts ve ark. (1996)’na göre tuz stresi sonucu stres bitkilerinde kontrol bitkilerine oranla daha küçük yaprak alanı saptanmıştır. Tuz stresi altındaki siklamenlerin yaprak alanındaki değişimler Çizelge 28’de görülmektedir.

Çizelge 28. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak alanı üzerine olan etkisi (mm<sup>2</sup>)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	1324,56 a	1382,05 a	1253,28 a	1274,15 a	1315,25 a	1193,41 a
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	1134,78 b	1295,22 b	1165,48 b	1160,09 b	1226,70 b	1130,18 b
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	1045,03 c	1220,16 c	906,15 c	1100,24 c	1139,75 c	982,71 c
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	982,71 d	1102,19 d	834,13 d	840,66 d	996,04 d	925,26 d
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	0,618	0,674	0,653	0,595	0,422	0,359

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada Na ve Cl iyonlarının neden olduğu tuzluluk etkisi ile yaprak sayısındaki azalma ve beraberinde yaprak alanında ortaya çıkan azalma ile ilişkilendirilebileceği belirtilmiştir (Francois and Maas, 1994). Ayrıca bazı sebze türlerinde yapılan çalışmalarda da, tuz seviyesindeki artışa bağlı olarak strese giren bitkilerin yaprak alanında azalma meydana geldiği ifade edilmiştir (Franco ve ark, 1997; Kuşvuran, 2010). Bu çalışmada siklamen türleri üzerinde artan tuzluluk düzeylerinin yaprak alanını azalttığı yönünde elde edilen bulgular araştırmacıların sonuçlarıyla desteklemektedir (Çizelge 28).



Şekil 26. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak alanı üzerine olan etkisi (mm<sup>2</sup>).

#### 4.3.9. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Sapı Uzunluğu Üzerine Olan Etkisi

Araştırmada, farklı sulama düzeylerinin, siklamen türlerinde yaprak sapı uzunluğu bakımından istatistiksel anlamda ( $p < 0,05$ ) önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 29). Bu kapsamda 2009 yılında gerçekleştirilen kuraklık uygulamaları bakımından, yaprak sapı uzunluğu değeri *C. coum* için ortalama 46,391 mm ile 46,370 mm arasında değişirken, *C. hederifolium* için ortalama 44,022 mm ile 43,975 mm arasında bir değer almıştır. *C. cilicium* için ölçülen en yüksek ve en düşük yaprak sap uzunluğu değerleri ise ortalama 45,073 mm ile 45,056 mm olarak belirlenmiş farklı sulama düzeyleri arasında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır (Çizelge 29).

2010 yılı içinde benzer şekilde, Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak sapı uzunluğu üzerine olan etkisinin istatistiksel anlamda ( $p < 0,05$ ) önemli olmadığı saptanmıştır. Buna göre, *C. coum* için yaprak sapı uzunluğu ortalama 45,530 mm ile 45,509 mm, *C. hederifolium* için ortalama 44,103 ile 44,082 mm ve *C. cilicium* için ise ortalama 46,034 mm ile 45,991 mm arasında değerler almıştır (Çizelge 29).

Çizelge 29. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak sapı uzunluğu üzerine olan etkisi (mm)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	46,391	44,022	45,073	45,521	44,103	46,034
S <sub>0.75</sub> (%75)	46,383	43,981	45,059	45,530	44,085	45,993
S <sub>0.50</sub> (%50)	46,387	43,977	45,064	45,512	44,097	46,010
S <sub>0.25</sub> (%25)	46,370	43,975	45,056	45,509	44,082	45,991
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
* ÖD: Önemli Değil						

#### 4.3.10. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Sapı Uzunluğu Üzerine Olan Etkisi

Çalışmada her iki yılda da, farklı tuzluluk düzeylerinin, siklamen türlerinde yaprak sapı uzunluğu üzerinde istatistiksel anlamda ( $p < 0,05$ ) önemli etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

2009 yılı için farklı tuz düzeylerine göre yaprak sapı uzunluğu değeri *C. coum*'da ortalama 45,804 mm ile 45,774 mm arasında, *C. hederifolium* için ortalama 45,013 mm ile 44,977 mm arasında ve *C. cilicium* için de ortalama 44,816 mm ile 44,781 mm arasında değişmiştir. 2010 yılı için ise, farklı tuz düzeylerine göre yaprak sapı uzunluğu değeri *C. coum*'da ortalama 46,103 mm ile 45,184 mm arasında, *C. hederifolium*'da ortalama 45,214 mm ile 45,181 mm arasında değişirken, *C. cilicium*'da ise yaprak sapı uzunluğu bakımından ölçülen en yüksek ortalama değer 44,721 mm ve ölçülen en düşük ortalama değer ise 44,688 mm'dir (Çizelge 30).

2010 yılı uygulamalarına göre yaprak sapı uzunluğu *C. coum*'da 45,521 mm ile 45,509 mm arasında değişirken, *C. hederifolium*'da ise 44,103 mm ile 44,082 mm arasında değişmiştir.



Çizelge 30. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak sapı uzunluğu üzerine olan etkisi (mm)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	45,804	45,013	44,816	46,103	45,214	44,721
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	45,782	44,995	44,790	45,096	45,198	44,697
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	45,776	44,984	44,784	45,087	45,186	44,692
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	45,774	44,977	44,781	45,084	45,181	44,688
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

\* ÖD: Önemli Değil

#### 4.4. Siklamen Türlerinde Bazı Fizyolojik Özellikler Üzerine Kuraklık ve Tuz Stresinin etkileri

##### 4.4.1. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Stoma Direnci Üzerine Olan Etkisi

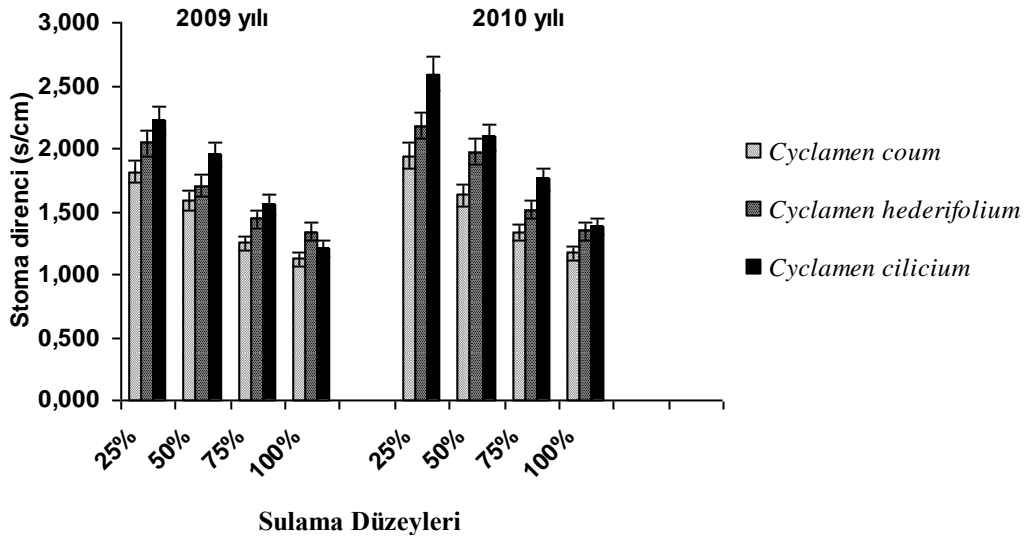
Araştırmada, siklamen türlerinde yaprak stoma dirençlerinin verilen su miktarına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Bu bakımdan farklı sulama düzeylerinin, siklamen türlerinde yaprak stoma geçirgenliği üzerinde istatistiksel anlamda ( $p<0,05$ ) önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Siklamen türlerinde yapraklarda stoma direnci haftalık olarak ölçülmüş 40 haftalık yetiştirme süresinin ortalama değeri verilmiştir. 2009 yılı için *C. coum*'da elde edilen en yüksek stoma direnci değeri  $1,816 \text{ scm}^{-1}$  ile %25 sulama konusunda saptanırken, en düşük stoma direnci değeri ise  $1,123 \text{ scm}^{-1}$  ile %100 sulama konusunda tespit edilmiştir. *C. cilicium* ve *C. hederifolium*'da da diğer siklamen türlerinde olduğu gibi, sulama düzeylerindeki azalışa bağlı olarak yaprak stoma direncinin arttığı belirlenmiştir (Çizelge 31).

2010 yılı için farklı sulama düzeylerinin, siklamen türlerinde yaprak stoma geçirgenliği üzerinde istatistiksel anlamda ( $p<0,05$ ) önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 31).

Çizelge 31. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak stoma direnci üzerine olan etkisi ( $s\ cm^{-1}$ )

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
$S_{1.0}$ (%100)	1,123 d	1,339 d	1,204 d	1,168 d	1,345 d	1,383 d
$S_{0.75}$ (%75)	1,247 c	1,438 c	1,559 c	1,335 c	1,513 c	1,761 c
$S_{0.50}$ (%50)	1,593 b	1,706 b	1,957 b	1,627 b	1,974 b	2,092 b
$S_{0.25}$ (%25)	1,816 a	2,042 a	2,223 a	1,944 a	2,182 a	2,595 a
$EA\ddot{O}F_{(0.05)}$	0,112	0,098	0,217	0,164	0,134	0,295

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 27. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprak stoma direnci üzerine olan etkisi ( $s\ cm^{-1}$ ).

Yaprakta stoma direncinin her üç siklamen türü için de artması, su noksanlığı oranının artmasına bağlı olarak bitkilerin su kullanımındaki azalmayla doğrudan ilişkilidir. Stres karşısında bitkiler stomalarını kapatarak,  $O_2$  ve  $CO_2$  giriş çıkışını kontrol etmektedir.

Transpirasyonun bu durumda azalması neticesinde, yaprakta stomal geçirgenlik azalmakta veya başka bir ifadeyle stoma direnci artmaktadır. Benzer şekilde Eriş ve ark. (1998), aynı stres seviyesi koşullarında asma çeşitlerinde su noksanlığı arttıkça stoma iletkenliği ve transpirasyon hızının azaldığını tespit etmişlerdir. Kaynaş ve Kaynaş (2001), erik çöğürleri üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, bitkilere verilen su miktarındaki azalışla birlikte stoma direncinin arttığını ifade etmiştir. Jones (1992)'da yaprak stoma geçirgenliğinin çevresel faktörlerin etkisi altında azalabileceğini belirtmiştir. Siklamen türlerinde kontrol (%100) sulama düzeyine göre kademeli olarak azalan sulama düzeylerinin (%75,%50 ve %25) yaprak stoma direncini sırasıyla arttırmasına ilişkin saptadığımız bulgular, bu konuda daha önce yapılmış diğer çalışmalarda elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir (Çizelge 31).

#### **4.4.2. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Stoma Direnci Üzerine Olan Etkisi**

Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak stoma direnci üzerindeki etkilerin  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

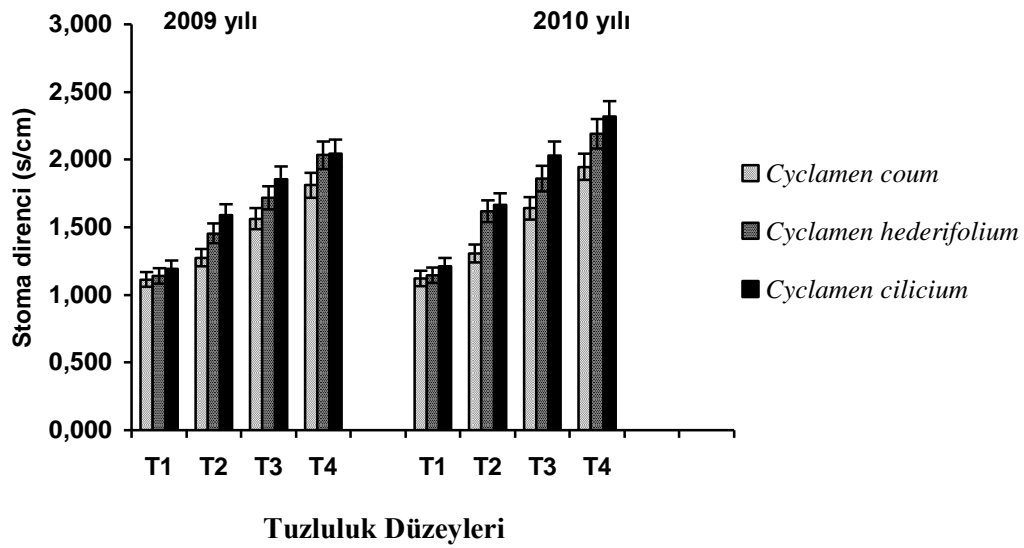
Tuzluluk düzeyindeki artışa bağlı olarak stoma direnci de aynı oranda yükselmiştir (Şekil 28). 2009 yılı için *C. coum*'da en yüksek yaprak stoma direnci  $1,810 \text{ scm}^{-1}$  ile  $T_4$  tuzluluk düzeyinde tespit edilirken, en düşük yaprak stoma direnci değeri ise  $1,114 \text{ scm}^{-1}$  ile kontrol ( $T_1$ ) tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir. *C. hederifolium* için ise 2009 yılında en yüksek yaprak stoma direnci  $2,033 \text{ scm}^{-1}$  değeri ile  $T_4$  tuzluluk düzeyinde saptanırken, en düşük stoma direnci değeri  $1,139 \text{ scm}^{-1}$  ile yine kontrol ( $T_1$ ) tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir (Çizelge 32). *C. cilicium*'da tuzluluk düzeyindeki artışa paralel olarak yaprak stoma direncinin de artış gösterdiği tespit edilmiştir.

2010 yılında gerçekleştirilen denemelerde tuz uygulamaları kapsamında, her üç siklamen türü içinde yaprak stoma direncinin, uygulanan sulama suyundaki tuzluluk düzeyinin artışına paralel olarak arttığı belirlenmiştir (Çizelge 32). Buna göre, *C. coum* için en yüksek stoma direnci değeri ortalama  $1,946 \text{ scm}^{-1}$  ile  $T_4$  tuzluluk düzeyinde saptanırken, bunu sırasıyla  $T_3$ ,  $T_2$  ve kontrol ( $T_1$ ) tuzluluk düzeyleri izlemiştir. *C. hederifolium* için en yüksek stoma direnci ortalama değerini  $2,192 \text{ scm}^{-1}$  ile  $T_4$  tuzluluk düzeyi verirken, ortalama en düşük stoma direnci değeri ise  $1,145 \text{ scm}^{-1}$  ile  $T_1$  tuzluluk düzeyinde ölçülmüştür.

Çizelge 32. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak stoma direnci üzerine olan etkisi ( $s\ cm^{-1}$ )

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	1,114 d	1,139 d	1,194 d	1,123 d	1,145 d	1,213 d
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	1,275 c	1,454 c	1,590 c	1,305 c	1,619 c	1,667 c
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	1,562 b	1,716 b	1,856 b	1,641 b	1,860 b	2,032 b
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	1,810 a	2,033 a	2,046 a	1,946 a	2,192 a	2,317 a
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	0,143	0,212	0,292	0,175	0,223	0,284

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 28. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak stoma direnci üzerine olan etkisi ( $s\ cm^{-1}$ ).

*C. cilicium*'da da yaprak stoma direnci açısından benzer bulgular elde edilmiştir. Buna göre en yüksek stoma direnci değeri ortalama  $2,317\ scm^{-1}$  ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde saptanırken, en düşük değer ise kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir.

#### 4.4.3. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Biomasi Üzerine Olan Etkisi

2009 ve 2010 yılı için farklı sulama düzeyleri, siklamen türlerinde yaprak biomasi üzerinde istatistiksel anlamda ( $p<0,05$ ) önemli bulunmuştur. Buna göre her üç siklamen türünde de yaprak biomasi %75, %50 ve %25 sulama konularında kontrol (%100) sulama düzeyine göre artış göstermiştir (Şekil 29).

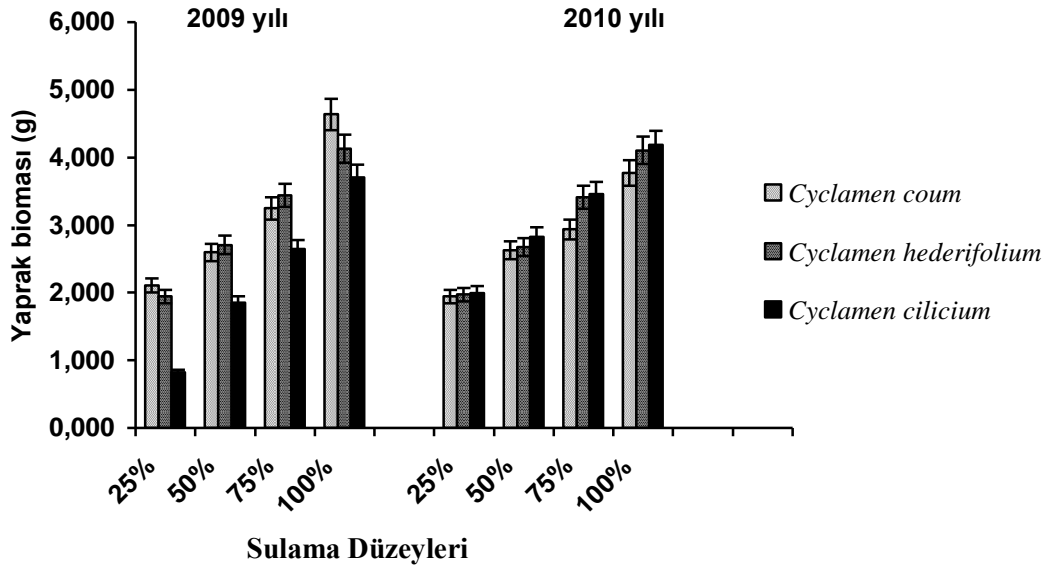
2009 yılı için *C. coum*'da en yüksek yaprak biomas değeri 4,637 g ile %100 sulama düzeyinde saptanırken, en düşük yaprak biomas değeri ise 2,106 g ile %25 sulama düzeyinde belirlenmiştir. *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için de %75, %50 ve %25 sulama düzeyinde gerçekleştirilen kuraklık uygulamaları kontrol (%100) sulama düzeyine göre yaprak biomasında azalmaya neden olmuştur (Çizelge 33).

Baligar ve ark. (2001) ortamda su miktarının azalmasının besin maddelerinin alınabilirliğini ve dolayısıyla bioması azalttığını ifade etmiştir. Marschner (1997)'da nohut bitkileri üzerinde yaptığı kuraklık çalışmalarında yaprak yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen azalmanın kuraklığa bağlı olarak gerçekleştiğini belirtmiştir. Bu bakımdan siklamen türlerinde yaprak biomasının sulama düzeylerindeki azalışa paralel olarak azalması yönünde elde ettiğimiz bulgular araştırmacıların bulgularıyla örtüşmektedir.

Çizelge 33. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak bioması üzerine olan etkisi (g)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	4,637 a	4,129 a	3,704 a	3,768 a	4,105 a	4,183 a
S <sub>0.75</sub> (%75)	3,247 b	3,438 b	2,649 b	2,935 b	3,413 b	3,461 b
S <sub>0.50</sub> (%50)	2,596 c	2,706 c	1,856 c	2,627 c	2,674 c	2,822 c
S <sub>0.25</sub> (%25)	2,106 d	1,942 d	0,823 d	1,944 d	1,973 d	1,995 d
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	1,386	0,691	0,732	0,309	0,685	0,650

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 29. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprak biyomasi üzerine olan etkisi (g).

#### 4.4.4. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Biyomasi Üzerine Olan Etkisi

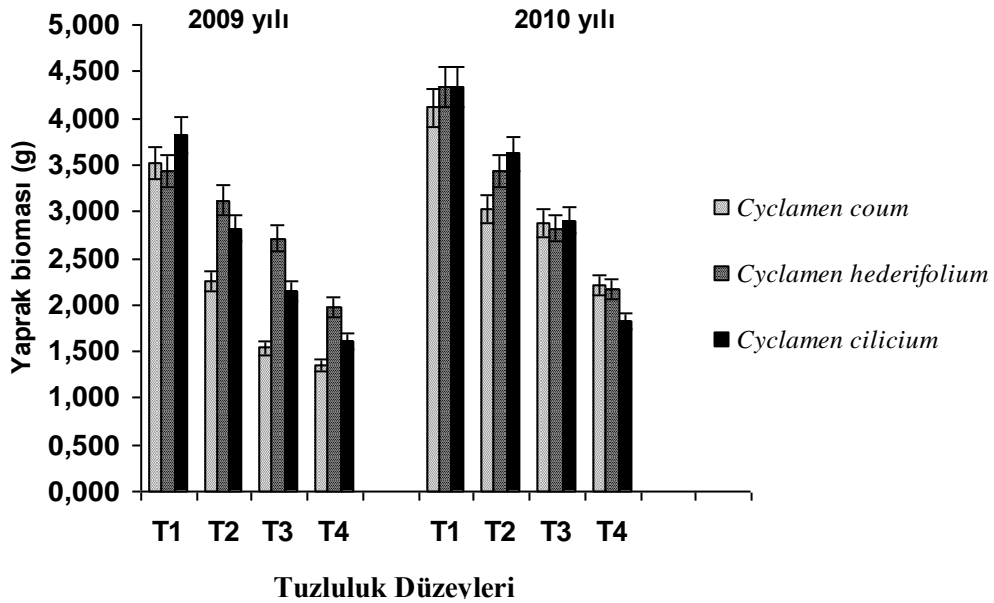
Farklı tuzluluk düzeyleri siklamen türlerinde yaprak biyomasi üzerinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Bu bakımdan 2009 yılında bitkiler üzerinde gerçekleştirilen kuraklık uygulamaları kapsamında, *C. coum* için en yüksek yaprak biyomasi değeri 3,516 g ile kontrol ( $T_1$ ) tuzluluk düzeyinde saptanırken, bunu sırasıyla  $T_2$ ,  $T_3$  ve  $T_4$  tuzluluk düzeyleri takip etmiştir. *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için de benzer bulgular elde edilmiştir.

2010 yılı denemelerinde de, farklı tuzluluk düzeylerinin siklamen türlerinde yaprak biyomasi bakımından kontrole göre ( $p < 0,05$ ) önemli bir fark oluşturduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda *C. coum* için en yüksek yaprak biyomasi değeri 4,112 g ile kontrol ( $T_1$ ) tuzluluk düzeyinde saptanırken, en düşük yaprak biyomasi değeri ise 2,2215 g ile  $T_4$  tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir (Çizelge 34).

Çizelge 34. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak biyomasi üzerine olan etkisi (g)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	3,516 a	3,431 a	3,813 a	4,112 a	4,339 a	4,330 a
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	2,250 b	3,122 b	2,817 b	3,027 b	3,442 b	3,625 b
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	1,537 c	2,712 c	2,141 c	2,874 c	2,819 c	2,903 c
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	1,345 d	1,975 d	1,606 d	2,215 d	2,174 d	1,829 d
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	0,644	0,296	0,591	0,183	0,582	0,636

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 30. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak biyomasi üzerine olan etkisi (g).

Sonneveld ve Voogt (1983), bazı örtü altı süs bitkileri üzerinde yaptıkları çalışmalarda, ortamdaki tuzluluk düzeyinin artışına bağlı olarak bitki biomasında zamanla azalma kaydedildiğini belirtmişlerdir. Buna göre farklı tuz düzeylerinin siklamen türlerinde yaprak biomasını azalttığına ilişkin elde ettiğimiz bulgu, araştırmacıların bulgularını desteklemektedir.

#### 4.4.5. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Oransal Su İçeriği Üzerine Olan Etkisi

Kuraklık stresinin yaprak oransal su kapsamına etkisi Çizelge 35’de verilmiştir. Bitkilere verilen su miktarı ile yaprak oransal su kapsamı arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Buna göre siklamen türlerinde her iki yıl için de gerçekleştirilen kuraklık uygulamaları kapsamında farklı sulama düzeyleri yaprak oransal su kapsamı üzerinde ( $p < 0,05$ ) istatistiksel bakımdan önemli etkide bulunmuştur. Yaprak oransal su kapsamında, bitkilere verilen su miktarına paralel olarak düşme gerçekleşmiştir. Bitkilere faydalı suyun %100 (kontrol) ve %75’i düzeyinde su verilen konularda istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Ancak diğer konular arasında önemli fark bulunmuştur. Yaprak oransal su kapsamındaki en büyük azalma her üç siklamen türü içinde faydalı suyun %25’inin verildiği sulama düzeyinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 35. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak oransal su içeriği üzerine olan etkisi (%)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	90,47 a	92,30 a	90,17 a	88,55 a	90,08 a	89,83 a
S <sub>0.75</sub> (%75)	88,25 a	91,04 a	88,43 a	88,10 a	88,52 a	87,94 a
S <sub>0.50</sub> (%50)	76,58 b	84,23 b	76,52 b	82,64 b	79,15 b	79,39 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	69,41 c	78,26 c	72,09 c	72,60 c	74,36 c	76,62 c
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	2,46	2,42	2,31	2,25	2,34	2,28

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



2009 yılı için *C. coum*'da farklı sulama düzeylerine göre en yüksek yaprak oransal su içeriği %90,47 ile %100 sulama düzeyinde tespit edilirken, bunu sırasıyla %75, %50 ve %25 sulama düzeyleri takip etmiştir. *C. hederifolium* ve *C. cilicium*'da da benzer biçimde azalan sulama düzeyleri karşısında yaprak oransal su içeriğinde buna paralel olarak azalış göstermiştir, bu bakımdan siklamen türlerinin su stresine girdiği, yaprak oransal su içeriğindeki düşüşle de net olarak görülebilmektedir.

Kırnak ve Demirtaş (2001), su stresi altındaki kiraz fidanlarında fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesine yönelik yaptıkları araştırmada, kiraz yaprakları üzerinde meydana gelen su stresinin yaprak su potansiyelini düşürdüğünü ve yaprak oransal su kapsamında azaldığını belirtmiştir. Kaynaş ve Kaynaş (2003), klon anaçları üzerine aşılı Angelona erik çeşitinin su stresi koşullarındaki fizyolojik değişimlerini incelediği bir araştırmasında, bitki su ilişkilerinin incelendiği çalışmalarda yaprak su potansiyeli ve bu parametre ile doğrudan ilişkisi olan yaprak oransal su kapsamı değerlerinin, özellikle bitkinin gelişmesinin devam ettiği kritik su düzeyinin saptanmasında önemli bir faktör olarak önem kazandığını vurgulamış, Angelona çeşidinin üç anaç üzerindeki yaprak oransal su kapsamı değerlerinin en az sulanan bitkilerde en düşük değerine ulaştığını ve her sulama uygulamasında da bu oranın zamanla azaldığını belirtmiştir. Araştırmacıların ortaya koyduğu bu sonuçlar, benzer şekilde siklamen türleri üzerinde farklı sulama düzeylerine göre yaprak oransal su içeriği bakımından elde ettiğimiz bulguları da desteklemektedir.

#### **4.4.6. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Oransal Su İçeriği Üzerine Olan Etkisi**

Siklamen türlerinde 2009-2011 yılları arasında gerçekleştirilen tuz uygulamaları kapsamında uygulanan farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak oransal su kapsamı açısından ( $p < 0,05$ ) istatistiksel anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 36). Buna göre *C. coum* için 2009 yılında en yüksek yaprak oransal su içeriği %89,66 ile kontrol ( $T_1$ ) tuzluluk düzeyinde tespit edilirken, en düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise % 66,83 olarak  $T_4$  tuzluluk düzeyinde saptanmıştır. *C. hederifolium* için de yaprak oransal su içeriği bakımından en yüksek değer %91,45 ile kontrol ( $T_1$ ) tuzluluk düzeyinde belirlenirken, en düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise %71,16 ile  $T_4$  tuzluluk düzeyinde tespit edilmiştir. *C. cilicium*'da da benzer biçimde artan tuz düzeylerine bağlı olarak yaprak oransal su içeriği azalmıştır.

Kurak ve tuzlu şartlarda yetiştirilen *Acorus americanus* türünde yaprak oransal su içeriği oranının kontrol bitkilerine göre % 35 düzeyinde azaldığı ifade edilmiştir (Romanello ve ark., 2008). Siklamen türleri üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak oransal su içeriği üzerine etkilerinin belirlendiği bu araştırmamızda da, özellikle *C. hederifolium* ve *C. cilicium* türlerinde benzer şekilde yaprak oransal su içeriklerinin, tuzluluk düzeyindeki artışa göre %90'dan %66 seviyelerine kadar düştüğü belirlenmiştir.

Çizelge 36. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak oransal su içeriği üzerine olan etkisi (%)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	89,66 a	91,45 a	89,74 a	90,08 a	90,76 a	89,82 a
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	85,40 b	86,31 b	83,20 b	86,28 b	87,23 b	84,15 b
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	79,15 c	82,55 c	75,16 c	79,50 c	81,44 c	77,26 c
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	66,83 d	71,16 d	70,59 d	72,60 d	73,09 d	72,84 d
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	2,81	2,95	2,89	2,86	2,98	2,77

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

#### 4.4.7. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta Membran Zararlanma İndeksi Üzerine Olan Etkisi

Kuraklık stresi karşında bitki hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın bir göstergesi olarak düşünülen membran zararlanma indeksi siklamen türleri arasında farklı sulama düzeylerine göre değişmekle birlikte  $p < 0,05$  seviyesinde istatistiksel bakımdan önemli farklılık ortaya koymuştur (Çizelge 37).

Membran geçirgenliği olarak da tanımlanabilen bu parametre, özellikle su stresi altındaki bitkilerde hücre içi ve hücre dışı ozmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizliği olarak ifade edilmektedir (Munns, 2002; Ghoulam ve ark., 2002).

2009 yılı denemelerinde en yüksek membran zararlanma indeksi değeri *C. coum* için ortalama % 38,6 ile %25 sulama düzeyinde gerçekleşirken, bunu sırasıyla %50, %75 ve % 100 (kontrol) sulama düzeyleri izlemiştir. 2010 yılı kuraklık denemelerinde en düşük membran zararlanma değeri *C. coum* için ortalama %37,2 ile yine %25 sulama düzeyinde gerçekleşirken, en düşük membran zararlanma değeri ise %3,2 ile kontrol (%100) sulama düzeyinde belirlenmiştir (Şekil 31). *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için de benzer biçimde yaprakta membran zararlanması, azalan sulama düzeylerine bağlı olarak artış göstermiştir.

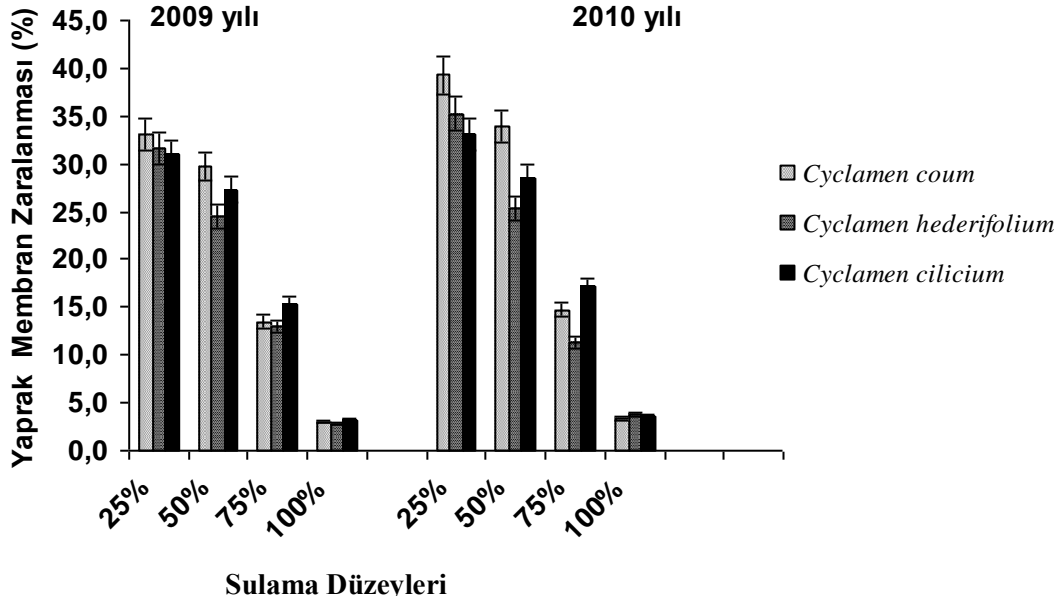
Çizelge 37. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta membran zararlanma indeksi üzerine olan etkisi (%)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	3,0 d	2,8 d	3,1 d	3,3 d	3,7 d	3,5 d
S <sub>0.75</sub> (%75)	13,5 c	12,9 c	15,3 c	14,7 c	11,3 c	17,1 c
S <sub>0.50</sub> (%50)	29,7 b	24,5 b	27,3 b	33,9 b	25,4 b	28,5 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	33,1 a	31,6 a	30,9 a	39,3 a	35,2 a	33,1 a
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	2,433	3,519	3,412	4,036	4,743	3,855

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

Kocheva ve ark. (2004)'na göre kuraklık stresine toleransın belirlenmesinde önemli bir sinyal olarak görülen membran zararlanma indeksi (MZİ), arpada kuraklık stresi karşısında artış göstermiştir. Ayrıca hücrede meydana gelen yoğun su kaybının, membranlara zarar verdiği de ifade edilmiştir. Ramachandra Reedy ve ark. (2004)'nin dut meyveleri üzerinde gerçekleştirdikleri kuraklık çalışmasında oksidatif stresin MZİ'ni arttırdığı ifade edilmiştir.

Siklamen türleri üzerinde farklı sulama düzeylerine karşılık yaprak membran zararlanma indeksinde meydana gelen artış yönünde elde ettiğimiz bulgular araştırmacıların bulgularıyla örtüşmektedir.



Şekil 31. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprakta membran zararlanması üzerine olan etkisi (%).

#### 4.4.8. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Membran Zararlanma İndeksi Üzerine Olan Etkisi

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinin, siklamen türlerinde yaprakta membran hasarı bakımından istatistiksel anlamda ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda yapılan kuraklık uygulamaları bakımından *C. coum*'da en yüksek membran zararlanması %39,3 ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde tespit edilmiştir. Siklamen türlerinin tamamında farklı tuz uygulamalarının yapraklarda membran zararlanma indeksinin artışına neden olduğu belirlenmiştir (Çizelge 38).

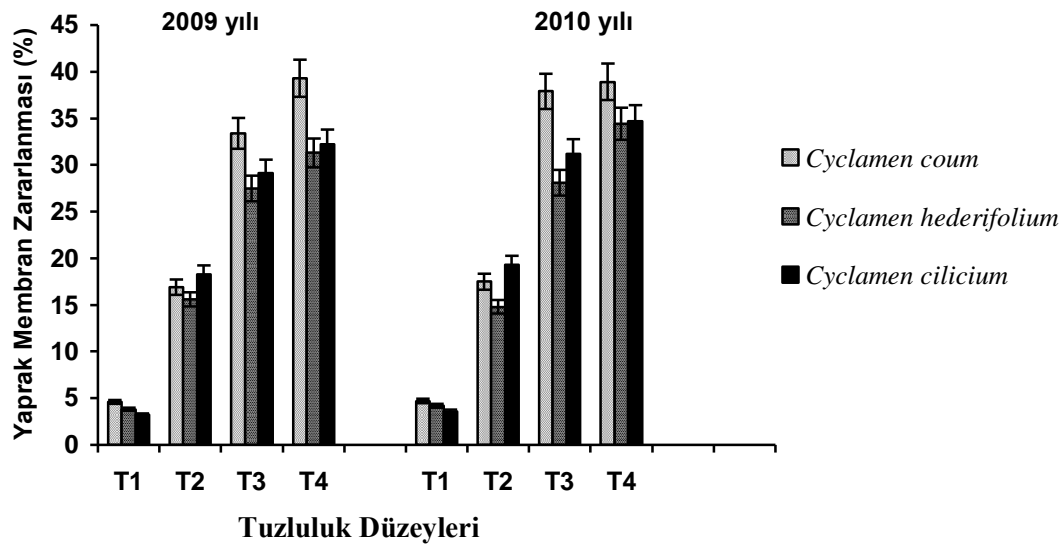
2009 yılı için *C. cilicium* ve *C. hederifolium*'da da yaprakta membran zararlanma indeksi bakımından tuzluluk düzeylerinin kontrole göre etkili olduğu tespit edilmiştir. *C. hederifolium* için yaprakta en yüksek membran zararlanma oranı % 21,3 ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde tespit edilirken bunu T<sub>3</sub> tuzluluk düzeyi izlemiştir. 2010 yılı denemelerinde de her üç siklamen türü için de benzer bulgular tespit edilmiştir (Şekil 32). Patlıcan bitkisinde yapılan bir çalışmada tuz stresinin bitkilerde membran zararlanmasına neden olduğu vurgulanmış ve abiyotik stres koşullarında hücre bütünlüğünün korunmasının bitkinin strese toleransının sağlanmasında büyük bir önemi olduğu ifade edilmiştir (Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu, 1997). Kuşvuran (2010), stres karşısında hücre membranlarında meydana

gelen zararlanmanın ortama iyonların sızmasına neden olduğunu, bu prensip doğrultusunda ölçümleri yapılan kavun genotiplerinde membran zararlanma indeksindeki artışın, bitkinin stresten etkilenme düzeyinin de bir göstergesi olarak düşünülmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Çizelge 38. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta membran zararlanma indeksi üzerine olan etkisi (%)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	4,6 d	3,8 d	3,2 d	4,7 d	4,2 d	3,6 d
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	16,9 c	15,6 c	18,3 c	17,5 c	14,8 c	19,3 c
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	33,4 b	27,5 b	29,1 b	37,9 b	28,1 b	31,2 b
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	39,3 a	31,3 a	32,2 a	39,9 a	34,4 a	34,7 a
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	4,731	3,954	2,847	1,833	5,820	3,319

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 32. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta membran zararlanması üzerine olan etkisi (%).

#### 4.5. Siklamen Türlerinde Bazı Biyokimyasal Özellikler Üzerine Kuraklık ve Tuz Stresinin Etkisi

##### 4.5.1. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta Toplam Klorofil Miktarı Üzerine Olan Etkisi

Kuraklık uygulamaları kapsamında doğal siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen kısıtlı su uygulamalarının yapraklardaki toplam klorofil miktarı üzerine  $p < 0,05$  seviyesinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Yapraklardaki klorofil miktarı değişimi aylık olarak alınan yaprak örnekleri üzerinde Holden (1976)'nin klorofil analizi yöntemiyle gerçekleştirilmiş, analize ait tekerrürlerin ortalaması hesaplanarak, Çizelge 39'da değerlendirilmiştir.

2009 yılında gerçekleştirilen kuraklık uygulamalarına ilişkin yapraklarda toplam klorofil miktarı bakımından *C.coum*'da en yüksek değer faydalı suyun %100'nün uygulandığı (kontrol) bitkilerden elde edilmiştir. Buna göre %100, %75, %50 ve %25 sulama düzeylerinde sırasıyla, 54,551  $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ , 49,019  $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ , 35,427  $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ , 27,554  $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$  değerleri belirlenmiştir (Çizelge 39). *C. coum*'da toplam klorofil miktarı sulama düzeylerindeki düşüşe paralel olarak azalmaktadır. *C. hederifolium*'da ise kontrol (%100) ile %75 sulama düzeyleri istatistiksel anlamda aynı sınıfta yer alırken diğer sulama düzeyleri ise toplam klorofil miktarı bakımından kontrole göre önemli bulunmuştur.

Çizelge 39. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta toplam klorofil miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ )

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri		Siklamen Türleri	Siklamen Türleri		Siklamen Türleri
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
$S_{1.0}(\%100)$	54,551 a	56,347 a	51,175 a	55,625 a	59,042 a	54,057 a
$S_{0.75}(\%75)$	49,019 b	53,023 a	46,512 b	49,847 b	55,139 b	49,974 b
$S_{0.50}(\%50)$	35,427 c	47,187 b	40,623 c	37,331 c	51,922 bc	44,119 c
$S_{0.25}(\%25)$	27,554 d	39,435 c	35,052 d	29,018 d	44,690 c	38,803 d
$EA\ddot{O}F_{(0.05)}$	3,254	3,542	3,325	3,270	3,685	3,289

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

*C. cilicium* için de benzer şekilde sulama düzeylerindeki azalmaya paralel olarak klorofil miktarında da düşüş tespit edilmiştir.

2010 yılında yapılan kuraklık uygulamaları kapsamında, farklı sulama düzeylerinin her üç siklamen türü için de yapraklarda toplam klorofil miktarı bakımından istatistiksel olarak ( $p<0,05$ ) önemli bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 39).

Kaynaş ve Eriş (1996), farklı anaçlar üzerine aşılı bazı şeftali çeşitlerinde topraktaki su noksanlığının biyokimyasal değişimler üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada elde ettikleri bulgulara göre, tüm şeftali çeşitlerinin yaprak klorofil miktarındaki azalmaların, bitkilere verilen su miktarının kısıtlanmasıyla doğrudan ilişkili olduğunu saptamışlar, faydalı su düzeyinde (%100) sulanan bitkilerde mevsime bağlı olarak yapraklarda yaşlanmadan ileri gelen klorofil parçalanmasının, kısıtlı sulanan bitkilerde daha erken başladığını ifade etmişlerdir. Araştırmacının ortaya koyduğu bu sonuç, çalışmamızda siklamenler üzerinde toplam klorofil miktarı yönünden tespit ettiğimiz bulguları da desteklemektedir.

#### **4.5.2. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Toplam Klorofil Miktarı Üzerine Olan Etkisi**

2009 yılında gerçekleştirilen farklı tuzluluk düzeylerine ilişkin yapraklarda toplam klorofil miktarı bakımından *C. coum*' un yapraklarında en yüksek toplam klorofil miktarı 53,410  $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$  ile kontrol ( $T_1$ ) tuzluluk düzeyinde tespit edilirken, tuzluluk düzeyindeki artışa bağlı olarak toplam klorofil miktarındaki azalma neticesinde en düşük toplam klorofil değerinin 25,362  $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$  ile  $T_4$  tuzluluk düzeyinde gerçekleştiği belirlenmiştir. *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için de benzer bulgular tespit edilmiştir. Buna göre her iki yılda da gerçekleştirilen tuz uygulamaları kapsamında siklamenlerde farklı tuzluluk düzeyleri, yapraklarda toplam klorofil miktarı açısından istatistiksel anlamda ( $p<0,05$ ) önemli bulunmuştur (Çizelge 40).

Agastian ve ark. (2000) farklı dut çeşitlerinde NaCl'ün biyokimyasal etkilerini inceledikleri bir araştırmada, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarının tuz etkisinde azaldığını tespit etmişler, bunun yanı sıra yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana geldiği, bunun sonucu olarak fotosentez etkinliği azalarak bitkinin gelişiminde olumsuzlukların ortaya çıktığı ifade edilmiştir (Yaşar, 2003). Araştırmacıların ortaya koyduğu bu sonuçlar, çalışmamızda sunulan bulguları da desteklemektedir.

Çizelge 40. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta toplam klorofil miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ )

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	53,410 a	54,166 a	51,584 a	52,571 a	52,439a	50,788 a
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	48,172 b	50,093 b	44,327 b	47,603 b	47,021 b	45,732 b
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	33,745 c	45,121 c	38,710 c	36,117 c	32,053 c	37,074 c
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	25,361 d	36,058 d	31,067 d	27,145d	24,690 d	29,862 d
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	3,170	3,315	3,104	3,121	3,087	2,996

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

#### 4.5.3. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta Toplam

##### Şeker Miktarı Üzerine Olan Etkisi

Kuraklık uygulamaları kapsamında doğal siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen kısıtlı su uygulamalarının yapraklardaki toplam klorofil miktarı üzerine  $p < 0,05$  seviyesinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Yapraklardaki toplam şeker miktarı değişimi aylık olarak alınan yaprak örnekleri üzerinde Ross (1959)'un dinitrofenol yöntemiyle gerçekleştirilmiş, analize ait sonuçların ortalaması hesaplanarak, Çizelge 41'de değerlendirilmiştir.

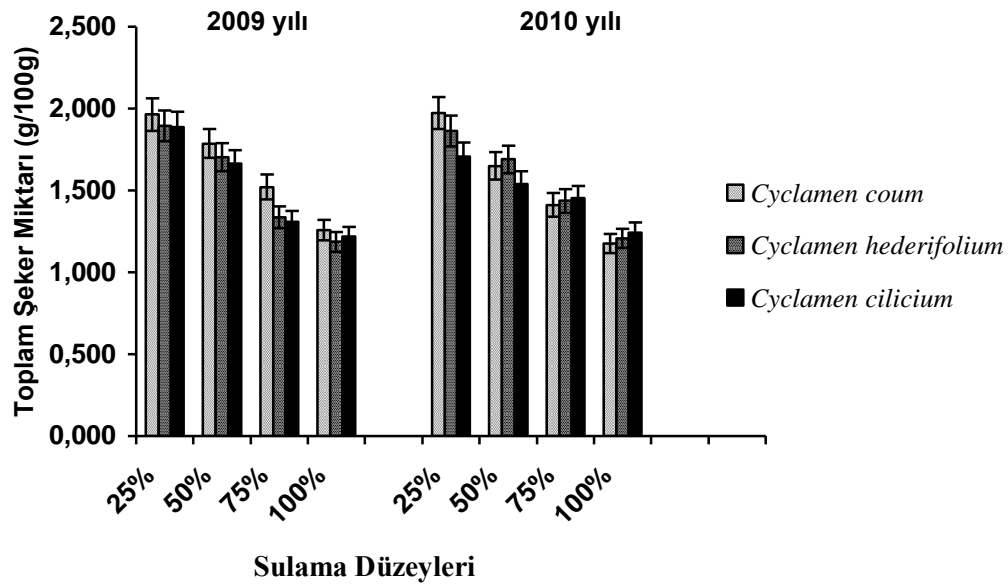
2009 yılında gerçekleştirilen kuraklık uygulamalarına ilişkin yapraklarda toplam şeker miktarı bakımından *Cyclamen coum*'da en düşük değer %100 sulama düzeyinde 1,259 g/100g tespit edilirken, verilen sulama suyundaki azalışla ters orantılı olarak şeker miktarı artmış ve en yüksek toplam şeker miktarı 1,963 g/100g ile %25 sulama düzeyinde saptanmıştır. *Cyclamen hederifolium*'da ise yapraklardaki toplam şeker miktarı bakımından %25 ve %50 sulama düzeyleri arasında istatistiki açıdan bir farklılık oluşmazken, diğer sulama düzeyleri kontrol (%100) sulama düzeyine göre istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur. 2010 yılı içinde benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 41).



Çizelge 41. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta toplam şeker miktarı üzerine olan etkisi (g/100g)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1,0</sub> (%100)	1,259 d	1,186 d	1,218 d	1,175 d	1,207 d	1,243 d
S <sub>0,75</sub> (%75)	1,521 c	1,335 c	1,310 c	1,412 c	1,437 c	1,455 c
S <sub>0,50</sub> (%50)	1,787 b	1,703 b	1,664 b	1,650 b	1,690 b	1,539 b
S <sub>0,25</sub> (%25)	1,963 a	1,894 a	1,886 a	1,972 a	1,863 a	1,706 a
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	0,165	0,120	0,084	0,219	0,183	0,072

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 33. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprakta toplam şeker miktarı üzerine olan etkisi (g/100g).

Yıldırım ve ark (2009), *Cyclamen hederifolium* türü üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, sulama seviyelerindeki azalışla birlikte yaprak toplam şeker miktarında bir artış söz konusu olduğunu belirtmiş, en yüksek toplam şeker miktarına ise %50 sulama düzeyinde ulaşıldığını ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra, bazı şeftali çeşitlerinde su

noksanlığının biyokimyasal etkileri üzerine yapılmış bir araştırmada, bitkilere verilen suyun kısıtlanmasıyla yaprak toplam şeker miktarında artış görülmesine karşılık bazı çeşitlerde bu artışın suyun azalışına paralel olmadığı belirtilmiştir (Kaynaş ve Eriş, 1996). Araştırmacıların ortaya koyduğu bu sonuçlar, çalışmamızda sunulan bulguları da desteklemektedir.

#### **4.5.4. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Toplam Şeker Miktarı Üzerine Olan Etkisi**

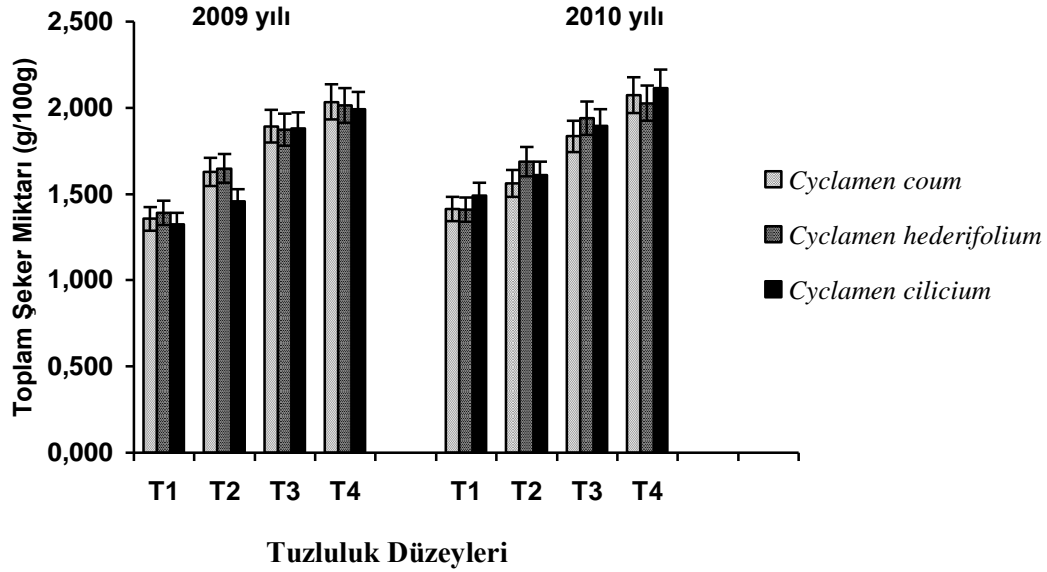
Tuz uygulamaları kapsamında doğal siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen farklı tuzluluk düzeylerinin yapraklardaki toplam şeker miktarı üzerine  $p < 0,05$  seviyesinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 42).

Çizelge 42. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta toplam şeker miktarı üzerine olan etkisi (g/100g)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
<b>T<sub>1</sub>: Kontrol</b>	1,356 d	1,391 d	1,325 d	1,412 d	1,409 d	1,491 d
<b>T<sub>2</sub>: K+1 ds/m</b>	1,630 c	1,648 c	1,457 c	1,562 c	1,687 c	1,608 c
<b>T<sub>3</sub>: K+2 ds/m</b>	1,892 b	1,873 b	1,880 b	1,835 b	1,940 b	1,896 b
<b>T<sub>4</sub>: K+3 ds/m</b>	2,033 a	2,015 a	1,993 a	2,074 a	2,027 a	2,115 a
<i>EAÖF</i> <sub>(0.05)</sub>	0,137	0,125	0,093	0,133	0,079	1,104

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

Her iki yılda da doğal siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen tuz uygulamaları çerçevesinde, tuzluluk düzeylerindeki artışa bağlı olarak yaprakta toplam şeker miktarında da artış olduğu tespit edilmiştir. 2009 yılı için *C. coum*'da en yüksek toplam şeker değeri 2,033 g/100g olarak T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir (Çizelge 42).



Şekil 34. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta toplam şeker miktarı üzerine olan etkisi (g/100g).

Araştırmanın her iki yılında da, *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için yaprakta toplam şeker miktarı bakımından tüm tuzluluk düzeyleri kontrole göre  $p < 0,05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli etkide bulunmuştur. Buna göre, *C. hederifolium* için en yüksek toplam şeker miktarı değeri 2,015 g/100g ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde tespit edilirken bunu sırasıyla T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> ve T<sub>1</sub> (kontrol) tuzluluk düzeyleri izlemiştir. *C. cilicium*'da da benzer şekilde en düşük toplam şeker miktarı T<sub>1</sub> (kontrol) uygulamasında tespit edilirken artan tuzluluk düzeylerine göre toplam şeker miktarı da artış göstermiştir (Şekil 34).

#### 4.5.5. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprak Lipid Peroksidasyon Düzeyi Üzerine Olan Etkisi

Oksidatif stres sonucu oluşan serbest radikallere bağlı olarak hücre zarındaki lipidler peroksidasyona uğramakta ve bunun son ürünü olarak malondialdehid (MDA) ortaya çıkmaktadır. Hücrelerde meydana gelen bu zararlanmanın ortaya konulması amacı ile tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen doğal siklamen türlerinde farklı stres sürelerinde alınan yaprak örneklerinde MDA ölçümleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara ait ortalama değerler Çizelge 43'de verilmiştir.

Çizelge 43. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak lipid peroksidasyon düzeyi üzerine olan etkisi ( $\mu\text{mol/g}$ )

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	3,91 d	3,22 d	3,72 d	4,27 d	3,15 d	3,34 d
S <sub>0.75</sub> (%75)	9,05 c	6,37 c	8,82 c	10,72 c	8,30 c	9,22 c
S <sub>0.50</sub> (%50)	12,45 b	13,05 b	11,63 b	15,03 b	18,74 b	13,85 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	25,76 a	29,70 a	24,41a	29,60 a	34,47 a	27,02 a
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	2,24	2,58	2,17	2,47	2,81	2,22

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

Siklamen türlerinin hepsinde farklı sulama düzeylerinin yaprak lipid peroksidasyon düzeyi (MDA) miktarı bakımından  $p < 0,05$ 'e göre istatistiksel anlamda önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir. 2009 yılı kuraklık uygulamaları neticesinde *C. coum* da MDA miktarı kuraklık stresinin şiddetine bağlı olarak artış göstermiştir (Çizelge 43). En yüksek MDA miktarı %25 sulama düzeyinde 25,76  $\mu\text{mol/g}$  ile tespit edilirken en düşük MDA miktarı ise 3,91  $\mu\text{mol/g}$  ile %100 sulama düzeyinde saptanmıştır. *C. hederifolium* ve *C. cilicium*'da da benzer biçimde sulama düzeylerindeki azalışa bağlı olarak MDA miktarının arttığı belirlenmiştir. Sa'nchez-Rodri'guez ve ark. (2010), domateste kuraklık stresinin MDA miktarında artışa neden olduğunu ifade ederken, Yaşar ve ark. (2008) fasulyede yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinin bitkide MDA miktarında artışa neden olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacıların ortaya koyduğu bu sonuçlar, çalışmamızda elde edilen bulguları da desteklemektedir.

#### 4.5.6. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprak Lipid Peroksidasyon Düzeyi Üzerine Olan Etkisi

Tuz uygulamaları kapsamında doğal siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen kısıtlı su uygulamalarının yapraklardaki MDA miktarı üzerine  $p < 0,05$  seviyesinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 44. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta lipid peroksidasyon düzeyi üzerine olan etkisi ( $\mu\text{mol/g}$ )

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	4,12 d	4,28 d	3,94 d	4,17 d	4,19 d	4,03 d
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	7,47 c	8,15 c	7,93 c	8,18 c	9,41 c	8,16 c
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	13,05 b	17,49 b	16,62 b	14,95 b	22,53 b	19,25 b
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	28,57 a	31,20 a	26,47 a	28,36 a	32,71 a	32,55 a
EAÖF <sub>(0,05)</sub>	2,36	2,52	2,28	2,48	2,61	2,37

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

2009 yılı tuz uygulamaları kapsamında *C. coum* için en yüksek MDA miktarı 28,57  $\mu\text{mol/g}$  ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde gerçekleşirken, en düşük MDA miktarı ise 4,12  $\mu\text{mol/g}$  ile kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyinde saptanmıştır. Tuz oranlarının artışına paralel olarak her üç siklamen türü için de MDA miktarı artış göstermiştir. 2010 yılı içinde benzer bulgulara rastlanmıştır (Çizelge 44). MDA miktarı farklı tuzluluk düzeylerindeki artışa paralel olarak 2010 yılı tuz denemeleri kapsamında her üç siklamen türünde de artış göstermiştir. Demiral ve Türkan (2005) çeltikte yaptıkları tuz stresi çalışmalarında artan tuz konsantrasyonu karşısında MDA miktarında artış meydana geldiğini; Huang ve ark. (2009) hıyarda yaptıkları çalışmalarda tuzluluk düzeyindeki artışa bağlı olarak lipid peroksidasyon düzeyinde de değişimlerin meydana geldiğini belirtmiştir. Araştırmacıların ortaya koyduğu bu sonuçlar, çalışmamızda elde edilen bulgularla paralellik göstermiştir.

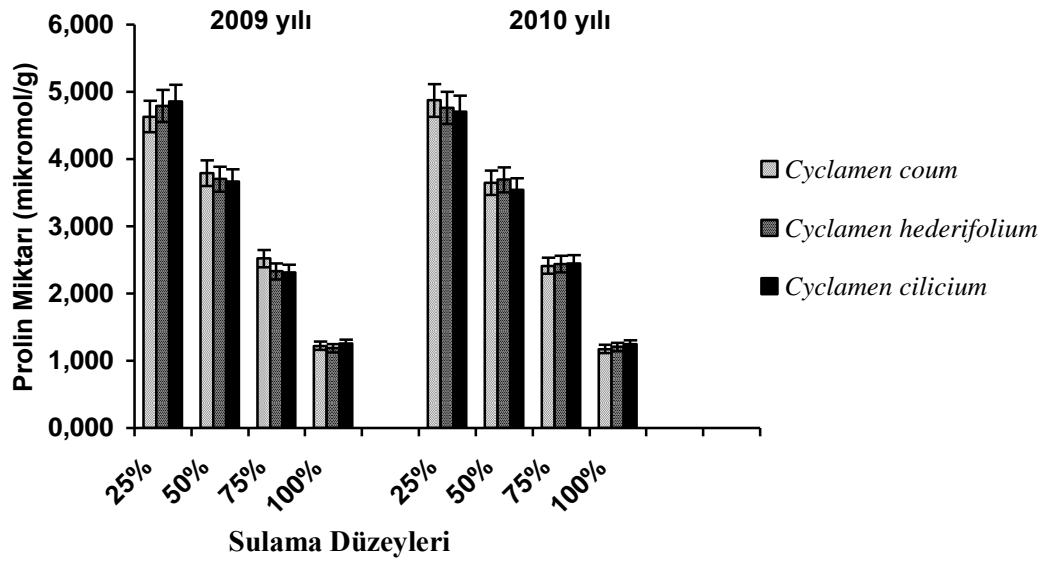
#### 4.5.7. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta Prolin Miktarı Üzerine Olan Etkisi

Kuraklık uygulamaları kapsamında doğal siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen kısıtlı su uygulamalarının yapraklardaki prolin miktarı üzerine  $p < 0,05$  seviyesinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 45).

Çizelge 45. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta prolin miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu\text{mol/g}$ )

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	1,223 d	1,186 d	1,253 d	1,175 d	1,207 d	1,244 d
S <sub>0.75</sub> (%75)	2,521 c	2,330 c	2,314 c	2,412 c	2,437 c	2,452 c
S <sub>0.50</sub> (%50)	3,787 b	3,703 b	3,664 b	3,650 b	3,691 b	3,539 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	4,631 a	4,793 a	4,860 a	4,872 a	4,763 a	4,706 a
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	0,7753	0,7819	0,7894	0,9245	0,9358	0,8503

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 35. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprakta prolin miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu\text{mol/g}$ ).

Yapraklardaki prolin miktarı değişimi aylık olarak alınan yaprak örnekleri üzerinde Bates ve ark. (1973) yöntemiyle gerçekleştirilmiş, analize ait sonuçların ortalaması hesaplanarak, Çizelge 45’de değerlendirilmiştir.

Sulama uygulamaları kapsamında *C. coum* için en yüksek ve en düşük prolin konsantrasyonlarının sırasıyla 4,63 mmol/g ile 1,22 mmol /g arasında değiştiği saptanmıştır. Bohnert ve Sheveleva (1998), prolinin stres koşullarında arttığı, serbest oksijen radikallerinin detoksifikasyonuna katıldığı ve stres koşullarına dayanıklılıkta önemli rol oynayan koruyucu özelliğe sahip azot içerikli bir bileşik olduğunu belirtmiştir. Bitkilerde prolin birikiminin tuzluluk, kuraklık, yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık, ağır metal, patojen enfeksiyonu, besin kıtlığı, atmosferik kirlenme ve UV ışınım gibi abiyotik stres durumlarında arttığı ifade edilmiştir (Siripornadulsil ve ark., 2002). Araştırmacıların bulgularına paralel olarak, farklı sulama düzeylerinin siklamen türlerinde yaprak prolin konsantrasyonu üzerine olan etkilerinin incelendiği bu çalışmada, azalan sulama düzeylerine bağlı olarak kuraklık stresine giren bitkilerde prolin seviyesinin arttığı belirlenmiştir.

#### 4.5.8. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Prolin Miktarı Üzerine Olan Etkisi

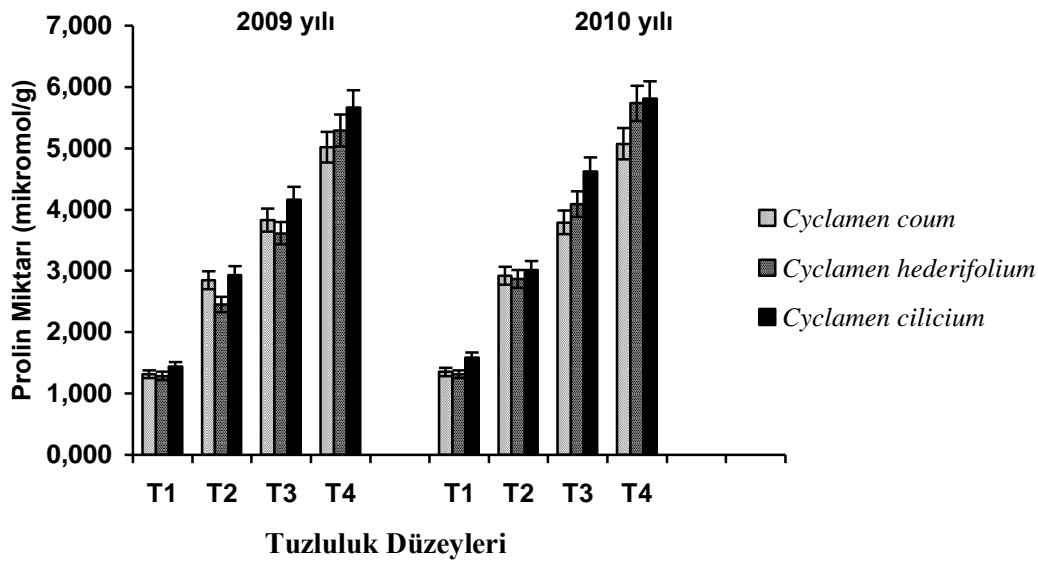
Tuz uygulamaları kapsamında doğal siklamen türleri üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin, yapraklardaki prolin miktarı üzerine  $p < 0,05$  seviyesinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 36).

Çizelge 46. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta prolin miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu\text{mol/g}$ )

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	1,313 d	1,287 d	1,440 d	1,354 d	1,316 d	1,588 d
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	2,847 c	2,452 c	2,934 c	2,925 c	2,870 c	3,012 c
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	3,827 b	3,614 b	4,164 b	3,791 b	4,090 b	4,624 b
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	5,016 a	5,290 a	5,662 a	5,075 a	5,734 a	5,806 a
<i>EAÖF</i> (0,05)	0,844	0,914	1,136	0,827	1,170	1,181

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

Her iki yılda da gerçekleştirilen tuz uygulamaları kapsamında tuz miktarındaki artışa paralel olarak prolin seviyesi de siklamen türlerinin hepsinde artış göstermiştir (Şekil 36). Bu bulguya paralel olarak, Wyn Jones ve Storey (1978), prolin birikiminin tuz stresi altındaki birçok monokotilde yaygın özelliklerden biri olduğunu ve stres karşısında bitkide artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Bir başka araştırmada tuz stresi altında tüm bitki dokularındaki prolin konsantrasyonunun 1 mol/L'ye kadar çıkabildiği belirtilmiştir (Asraf ve Harris, 2004). Araştırmacıların ortaya koyduğu bu sonuçlar, çalışmamızda elde edilen bulguları da desteklemektedir.



Şekil 36. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta prolin miktarı üzerine olan etkisi (µmol/g).

#### 4.5.9. Siklamen Türlerinde Sulama Uygulamalarının Yaprakta Hidrojen Peroksit Miktarı Üzerine Olan Etkisi

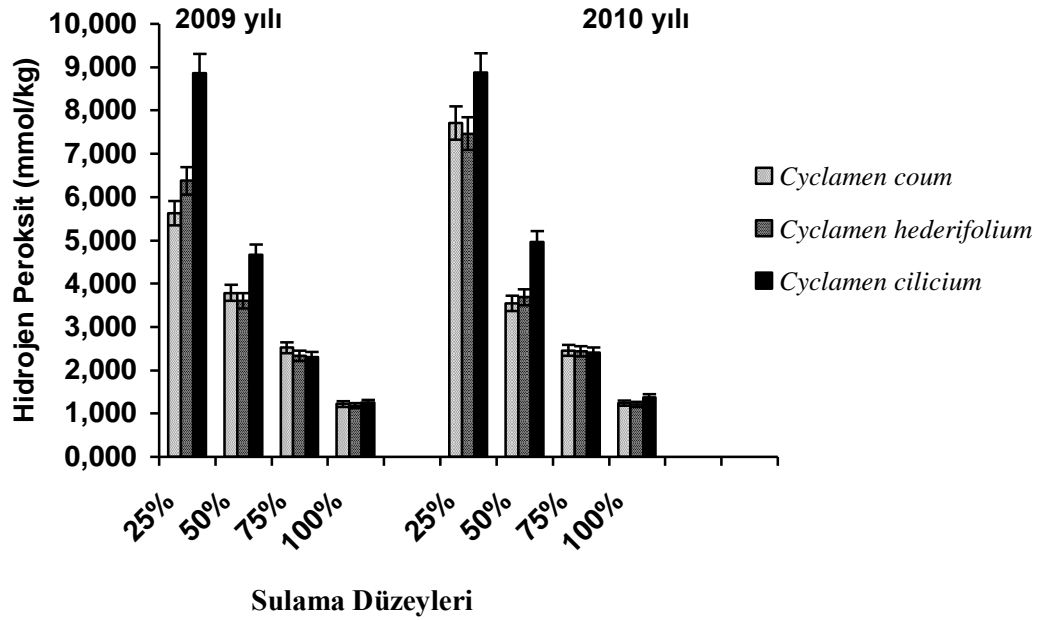
Siklamen türlerinin hepsinde farklı sulama düzeylerinin yapraklarda hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) düzeyi bakımından etkisi istatistiksel anlamda ( $p < 0,05$ ) önemli bulunmuştur. Siklamenlerde  $H_2O_2$  konsantrasyonunda sulama düzeylerindeki azalışa bağlı olarak bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 37). Güneş (2006) mercimek ve nohut bitkileri üzerinde gerçekleştirdiği kuraklık stresi araştırmalarında, bitkilere verilen su miktarı azaltıldığı takdirde  $H_2O_2$  gibi oksijen radikallerinin konsantrasyonunda artış olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacının ortaya koyduğu bu sonuç, çalışmamızda elde edilen bulgularla da örtüşmektedir.



Çizelge 47. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta hidrojen peroksit miktarı üzerine olan etkisi (mmol/kg)

Sulama Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri		Siklamen Türleri	Siklamen Türleri		Siklamen Türleri
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
S <sub>1.0</sub> (%100)	1,220 d	1,186 d	1,250 d	1,243 d	1,207 d	1,375 d
S <sub>0.75</sub> (%75)	2,521 c	2,330 c	2,310 c	2,455 c	2,437 c	2,412 c
S <sub>0.50</sub> (%50)	3,787 b	3,603 b	4,664 b	3,539 b	3,690 b	4,965 b
S <sub>0.25</sub> (%25)	5,630 a	6,379 a	8,860 a	7,706 a	7,463 a	8,872 a
EAÖF <sub>(0.05)</sub>	0,9642	0,9830	0,9913	0,9802	0,9825	1,034

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 37. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprakta hidrojen peroksit miktarı üzerine olan etkisi (mmol/kg).

#### 4.5.10. Siklamen Türlerinde Tuz Uygulamalarının Yaprakta Hidrojen Peroksit Miktarı Üzerine Olan Etkisi

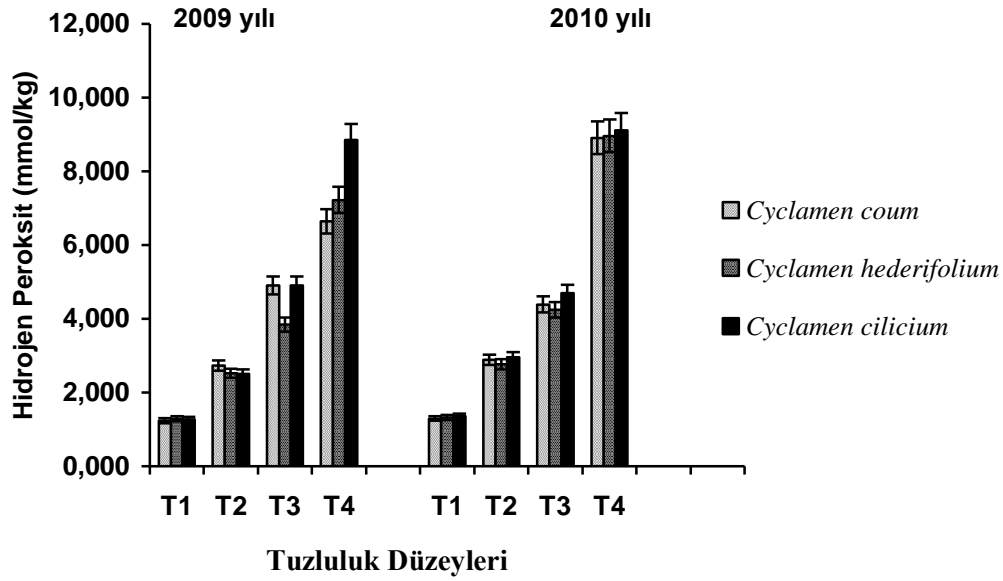
Farklı tuzluluk düzeylerinin siklamen türlerinin yapraklarında hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) düzeyi üzerine olan etkisi istatistiksel anlamda ( $p<0,05$ ) önemli bulunmuştur. Tuz seviyesindeki artışa bağlı olarak  $H_2O_2$  seviyesinin de artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 48. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta hidrojen peroksit miktarı üzerine olan etkisi (mmol/kg)

Tuzluluk Düzeyleri	Deneme Yılları					
	2009			2010		
	Siklamen Türleri			Siklamen Türleri		
	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>	<i>Cyclamen coum</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	<i>Cyclamen cilicium</i>
T <sub>1</sub> : Kontrol	1,234 d	1,286 d	1,277 d	1,291 d	1,322 d	1,356 d
T <sub>2</sub> : K+1 ds/m	2,725 c	2,520 c	2,498 c	2,884 c	2,765 c	2,950 c
T <sub>3</sub> : K+2 ds/m	4,906 b	3,849 b	4,905 b	4,388 b	4,242 b	4,693 b
T <sub>4</sub> : K+3 ds/m	6,642 a	7,224 a	8,852 a	8,913 a	8,963 a	9,119 a
<i>EAÖF</i> (0,05)	1,176	1,183	1,198	1,435	1,390	1,566

\* Yıllar içerisinde yer alan türler istatistikî açıdan kendi arasında değerlendirilmiştir.

2009 yılı için *C. coum*'da en yüksek  $H_2O_2$  miktarı 6,631 mmol/kg olarak T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde saptanırken, en düşük  $H_2O_2$  miktarı 1,234 mmol/kg olarak kontrol tuz düzeyinde belirlenmiştir. *C. hederifolium*'da tuzluluk düzeylerine göre tespit edilen en yüksek  $H_2O_2$  konsantrasyonu T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde 6,790 mmol/kg ve en düşük  $H_2O_2$  konsantrasyonu ise 1,186 mmol/kg ile kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir. *C. cilicium* için ise en yüksek  $H_2O_2$  miktarı 8,861 mmol/kg olarak T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde elde edilirken, 1,254 mmol/kg ile en düşük değer yine kontrol (T<sub>1</sub>) uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 48).

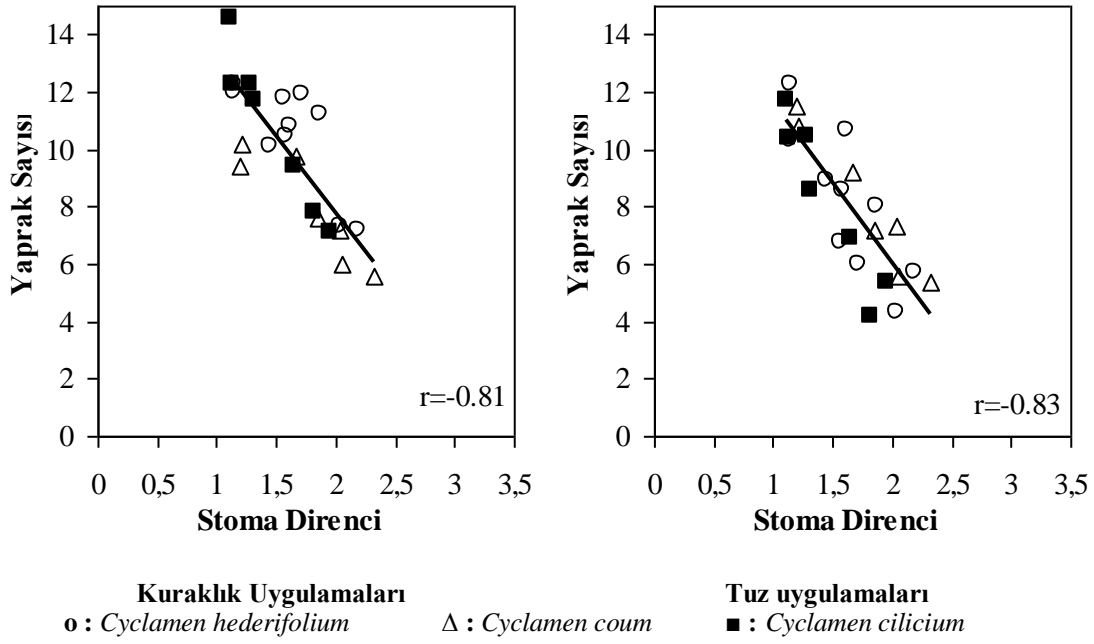


Şekil 38. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta hidrojen peroksit miktarı üzerine olan etkisi (mmol/kg).

2010 yılında gerçekleştirilen tuz uygulamalarına göre, farklı tuzluluk düzeylerinin siklamen türlerinde  $H_2O_2$  miktarında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Buna göre *C. coum*'da en yüksek  $H_2O_2$  miktarı 8,872 mmol/kg olarak T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde saptanırken, en düşük  $H_2O_2$  miktarı 1,176 mmol/kg olarak kontrol (T<sub>1</sub>) tuz düzeyinde belirlenmiştir (Şekil 38). Benzer şekilde *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için en yüksek  $H_2O_2$  konsantrasyonunun T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde gerçekleştiği saptanmıştır. Ersöz (2009), asma anaçları üzerinde gerçekleştirdiği bir stres çalışmasında, tuzluluğun etkisiyle strese giren asma anaçlarının savunma mekanizması olarak membranların stresden zarar gördüğü için bünyelerinde prolin, lipid peroksidasyonu ve hidrojen peroksit konsantrasyonunu arttırdığını ifade etmiştir. Araştırmacının elde ettiği bulgular, çalışmamızda elde edilen bulgularla da paralellik göstermektedir.

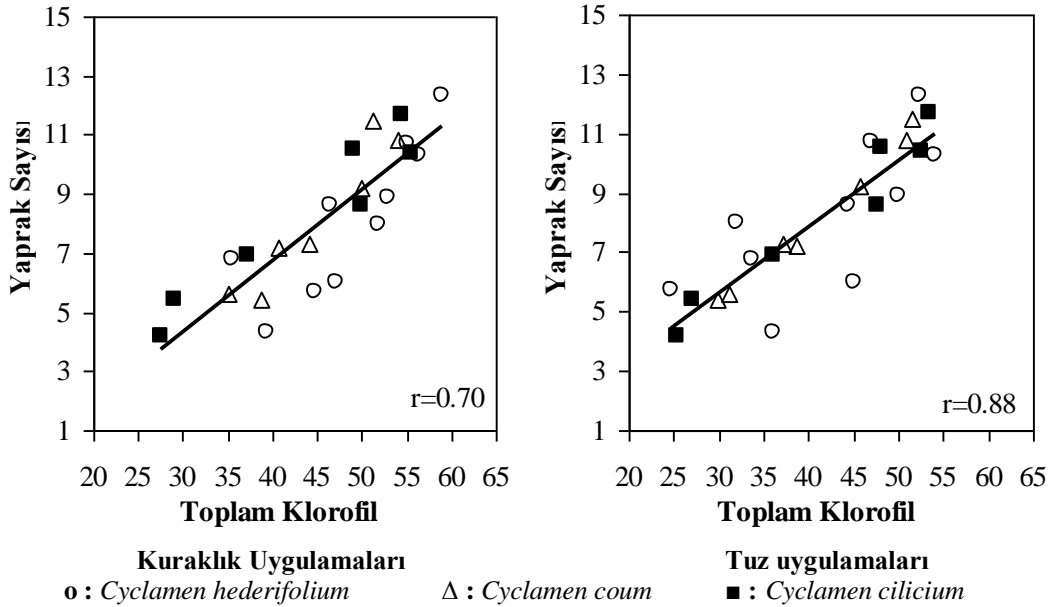
#### 4.6. Kuraklık ve Tuz Stresi Altındaki Siklamen Türlerinde Yapraklarda Görülen Bazı Önemli Özellikler Arasındaki İlişkiler

Doğal siklamen türlerinde farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin bitki gelişimi üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada, kuraklık ve tuz stresi altındaki bitkilerin yapraklarına ait bazı özelliklerin birbiriyle olan ilişkisi de incelenmiştir. İlişkilerin saptanmasında denemenin yürütüldüğü iki yılın ortalamaları alınmıştır.



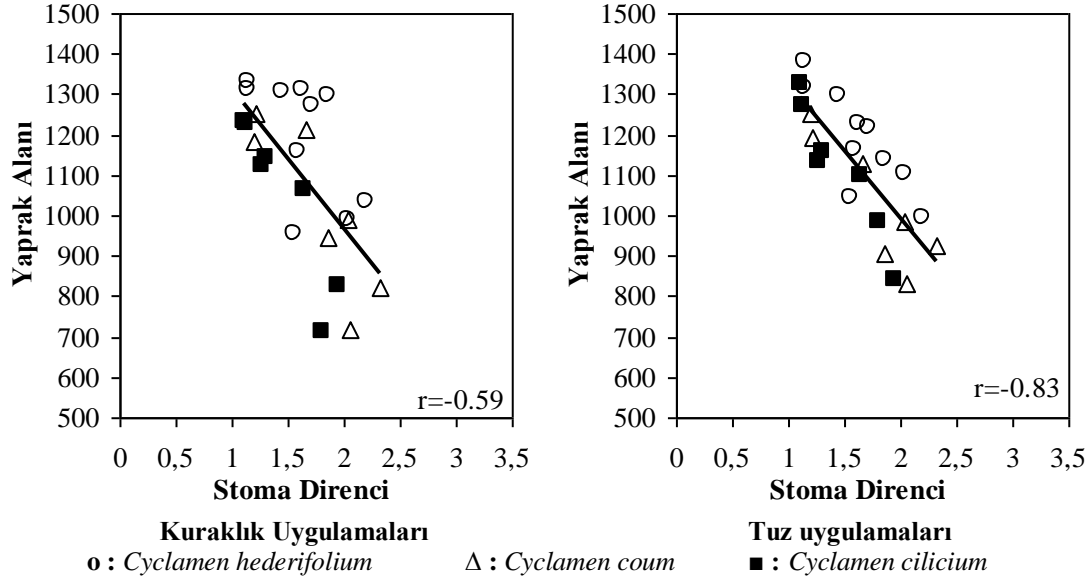
Şekil 39. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak sayısı ve stoma direnci arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik strese de yaprak sayısı ile stoma direnci arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin söz konusu olduğu görülmektedir (Şekil 39).



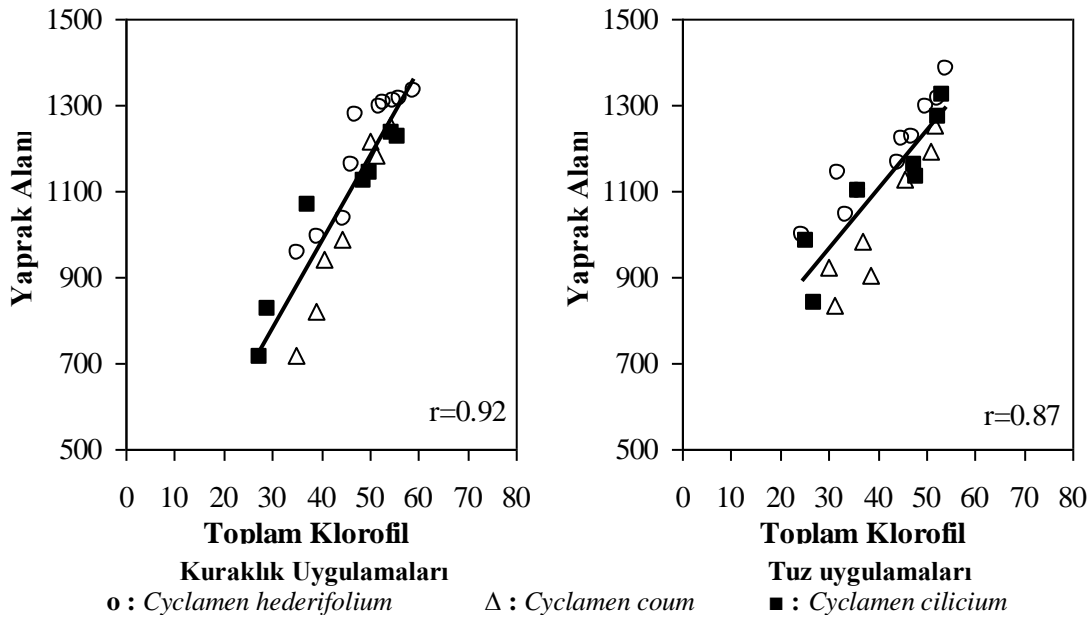
Şekil 40. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak sayısı ve toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklaman türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik streste de yaprak sayısı ile toplam klorofil miktarı arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkinin söz konusu olduğu görülmektedir (Şekil 40).



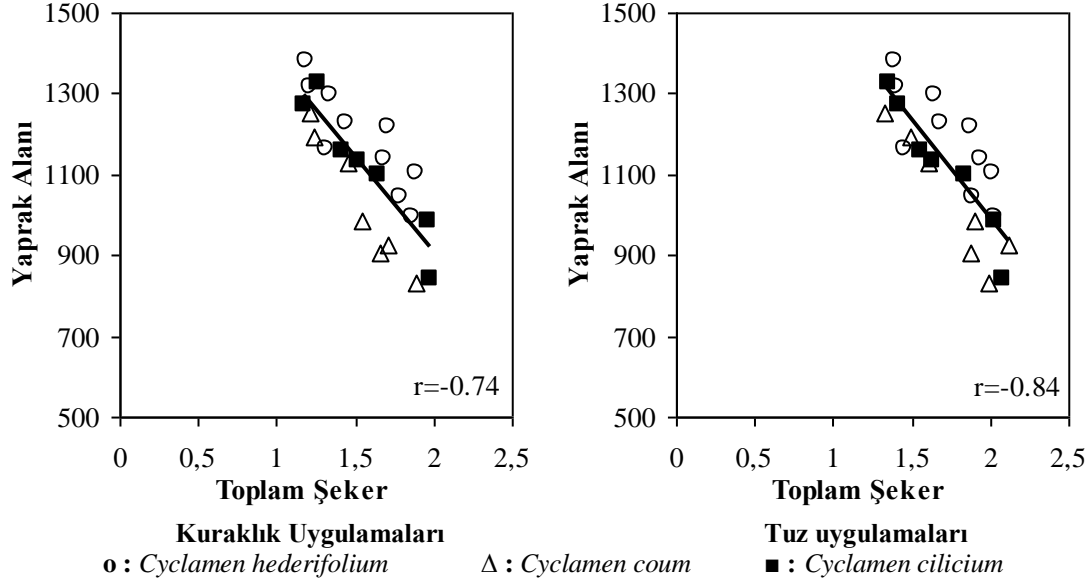
Şekil 41. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak alanı ile stoma direnci arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklaman türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de yaprak alanı ve stoma direnci arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin söz konusu olduğu görülmektedir (Şekil 41).



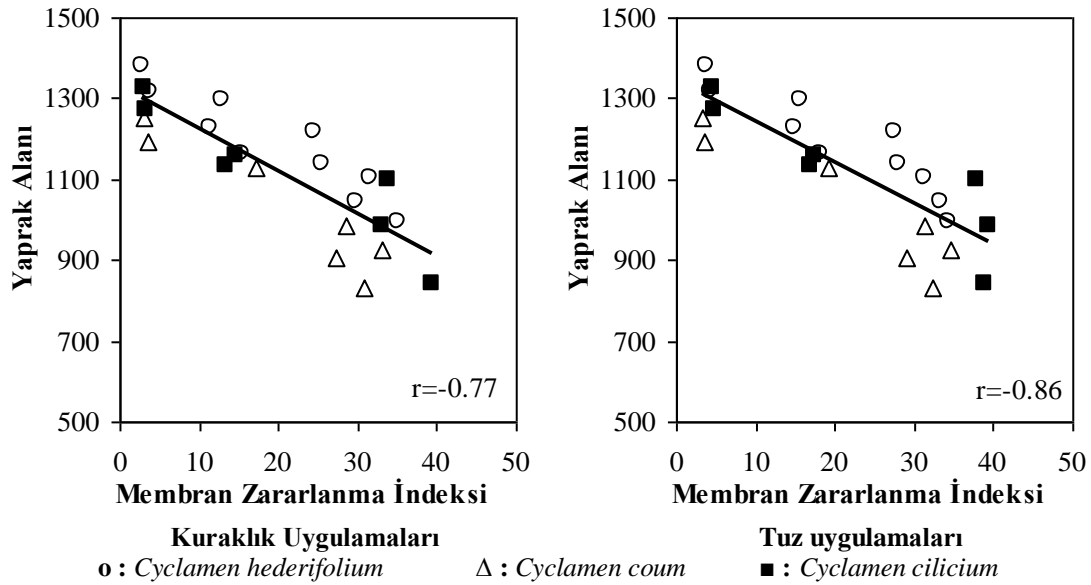
Şekil 42. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak alanı ile toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de yaprak alanı ve toplam klorofil arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 42).



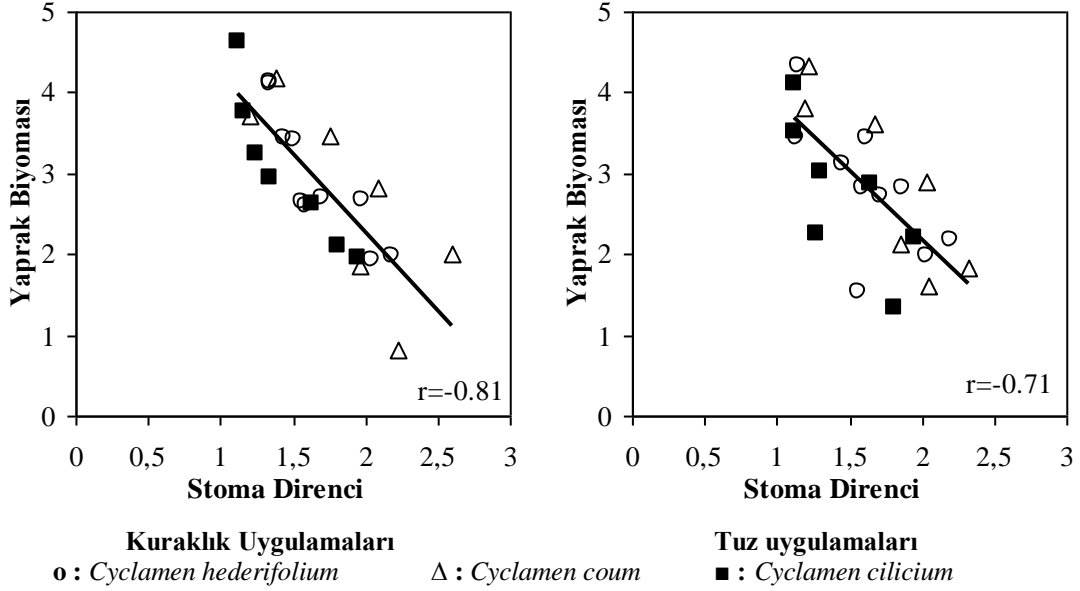
Şekil 43. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak alanı ile toplam şeker miktarı arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de yaprak alanı ve toplam şeker miktarı arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 43).



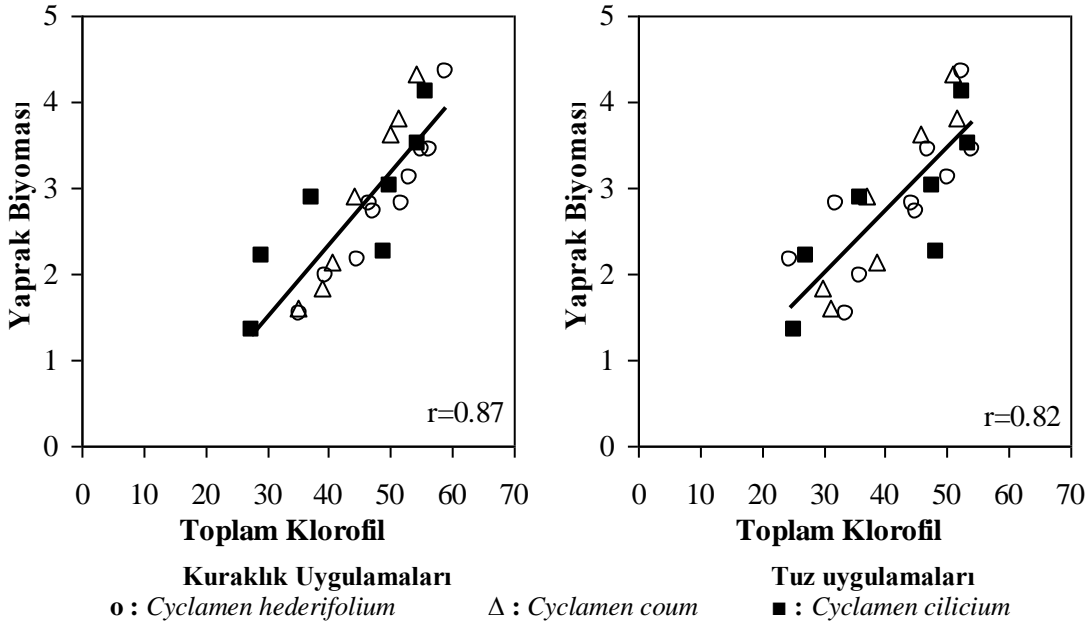
Şekil 44. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak alanı ile membran zararlanma indeksi arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de yaprak alanı ve membran zararlanma indeksi arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Şekil 44).



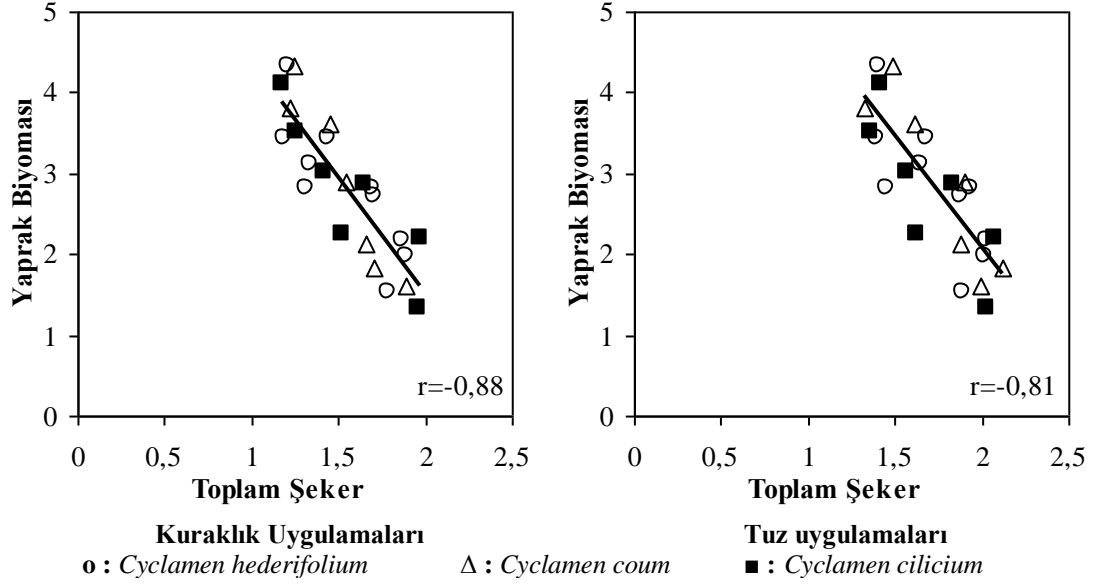
Şekil 45. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyomasi ile stoma direnci arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de yaprak biyomasi ile stoma direnci arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Şekil 45).



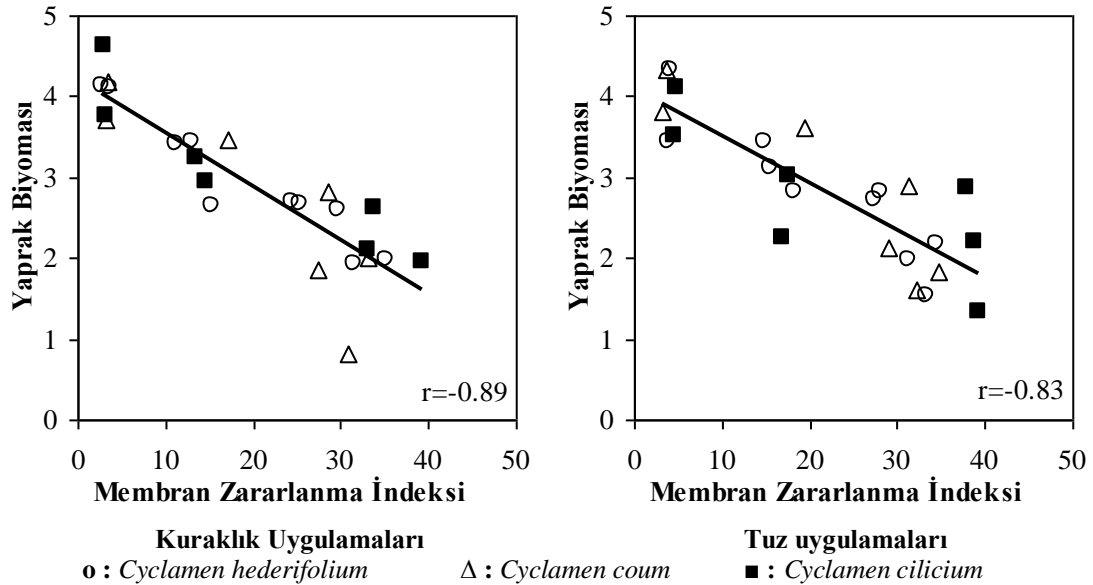
Şekil 46. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyomasi ile toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin sıklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de yaprak biyomasi ile toplam klorofil miktarı arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Şekil 46).



Şekil 47. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyomasi ile toplam şeker miktarı arasındaki ilişki.

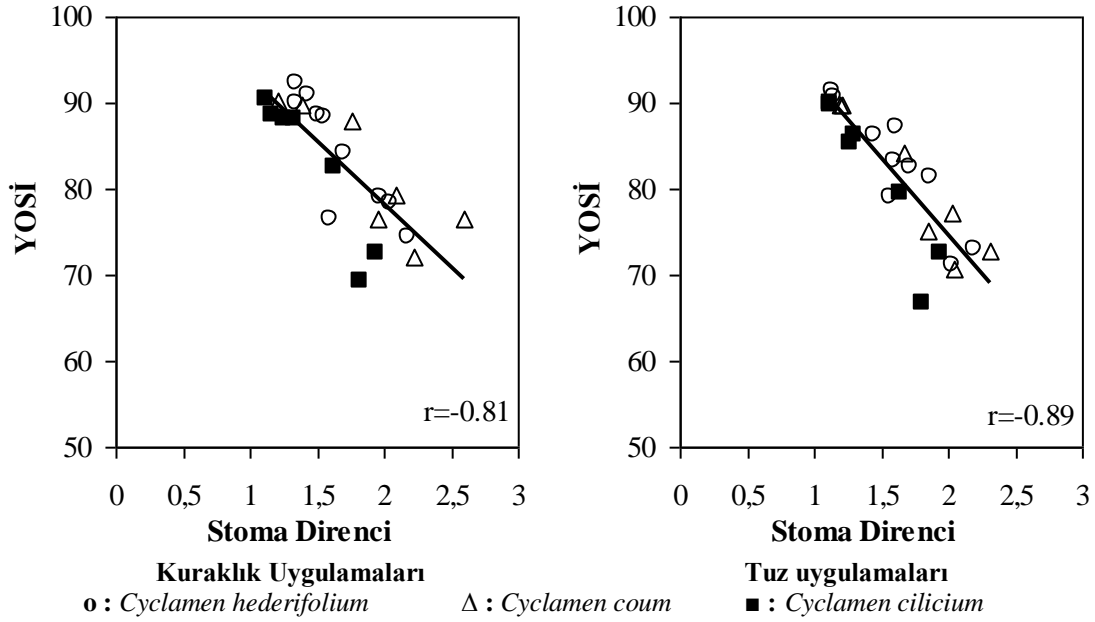
Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin sıklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de yaprak biyomasi ile toplam şeker miktarı arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 47).



Şekil 48. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyomasi ile membran zararlanma indeksi arasındaki ilişki.

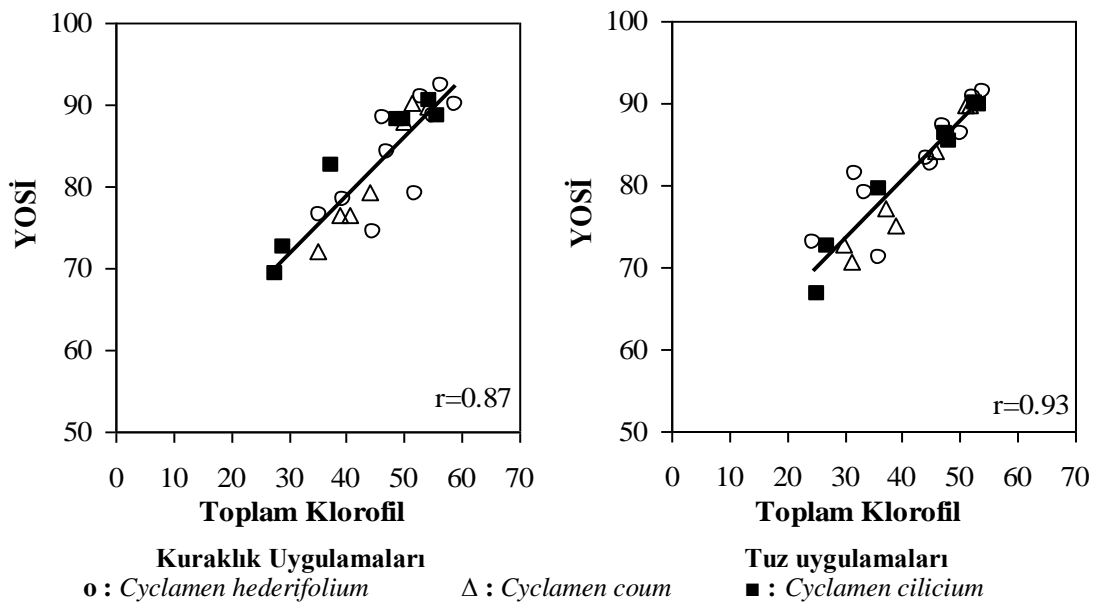


Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin sıklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de yaprak biyomasi ile membran zararlanma indeksi arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin söz konusu olduğu görülmektedir (Şekil 48).



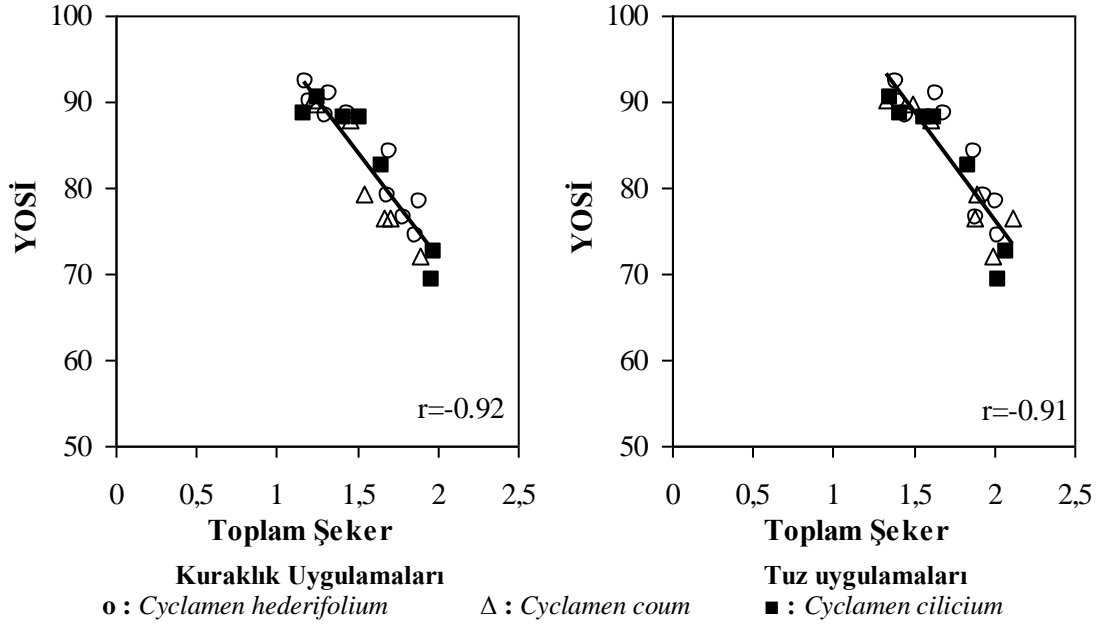
Şekil 49. Farklı sulama ve tuzluluk düzeyine göre YOSİ ile stoma direnci arasındaki ilişki

Sulama ve tuz uygulamalarına göre her iki abiyotik stres faktöründe de YOSİ ile stoma direnci arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin söz konusu olduğu görülmektedir (Şekil 49).



Şekil 50. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de YOSİ ile toplam klorofil arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkinin söz konusu olduğu görülmektedir (Şekil 50).



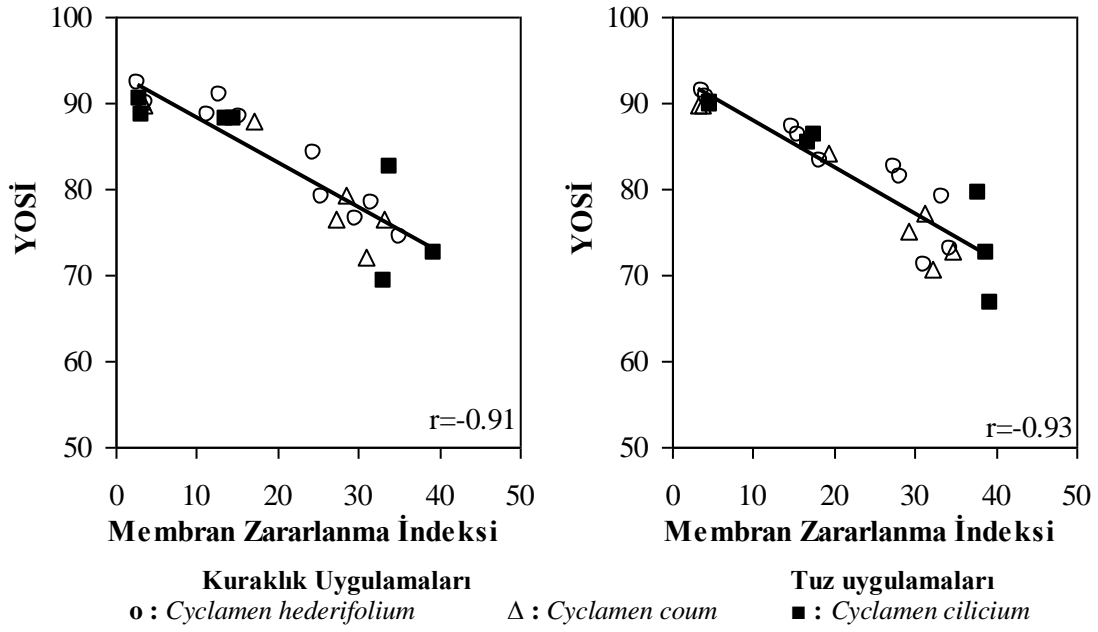
Şekil 51. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile toplam şeker miktarı arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de YOSİ ile toplam şeker miktarı arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 51).

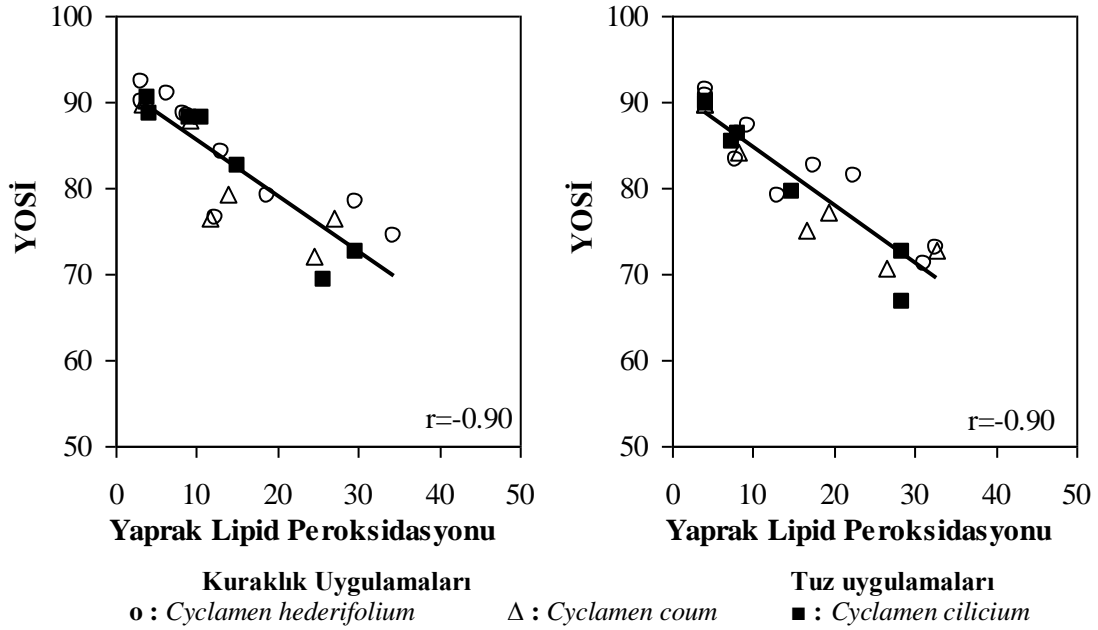
Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de YOSİ ile MZİ arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 52).

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de YOSİ ile yaprak lipid peroksidasyonu arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Şekil 53).

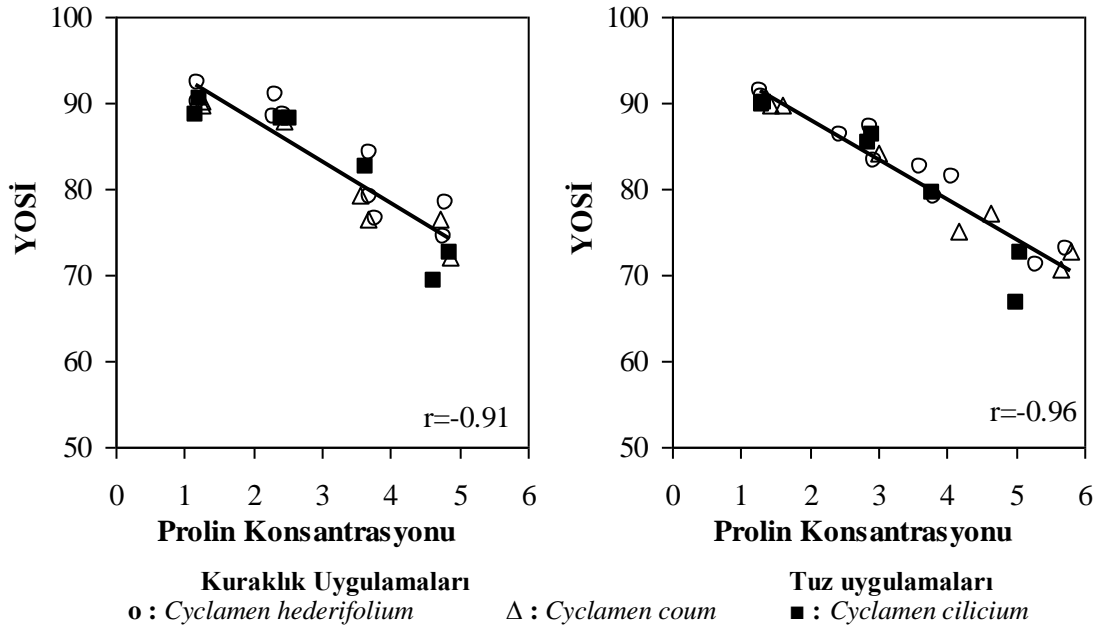
Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de YOSİ ile prolin konsantrasyonu arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Şekil 54).



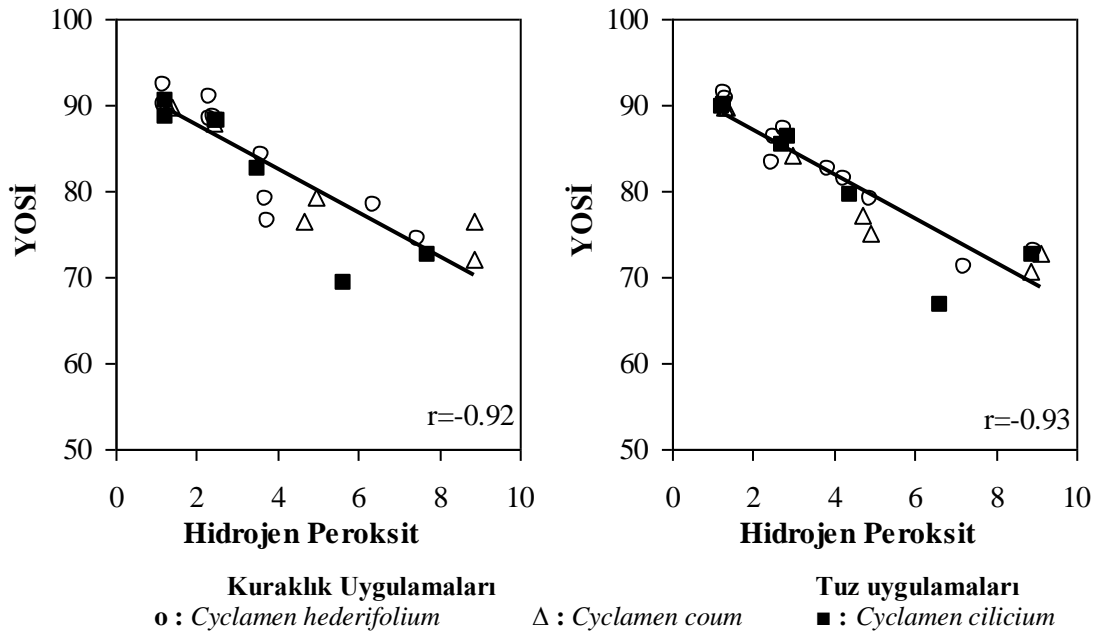
Şekil 52. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile MZİ arasındaki ilişki.



Şekil 53. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile yaprak lipid peroksidasyonu arasındaki ilişki.

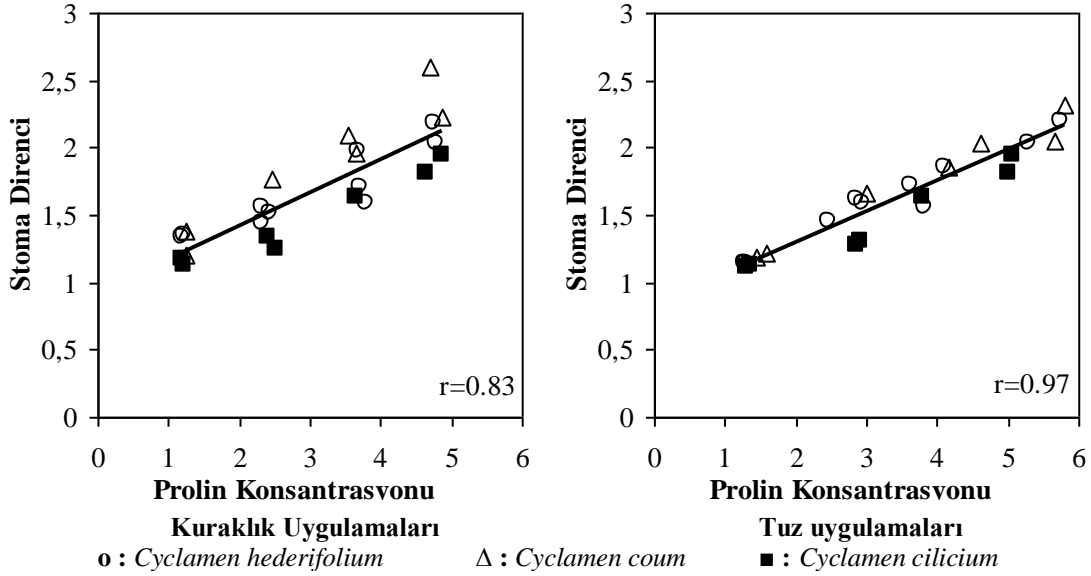


Şekil 54. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile prolin konsantrasyonu arasındaki ilişki.



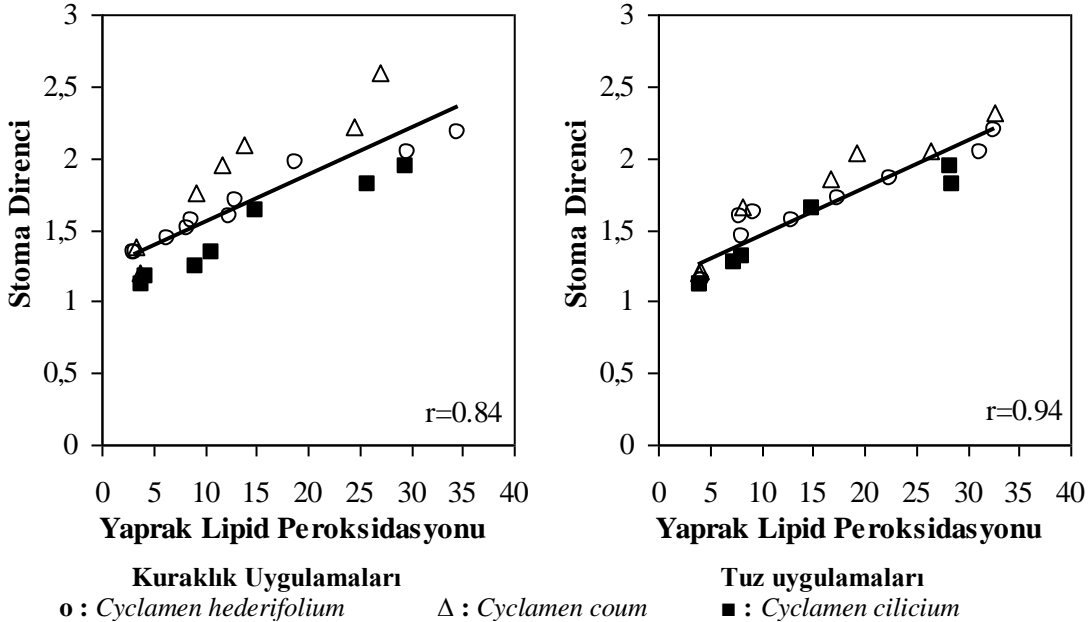
Şekil 55. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile hidrojen peroksit arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin sıklamen türleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de YOSİ ile  $H_2O_2$  konsantrasyonu arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 55).



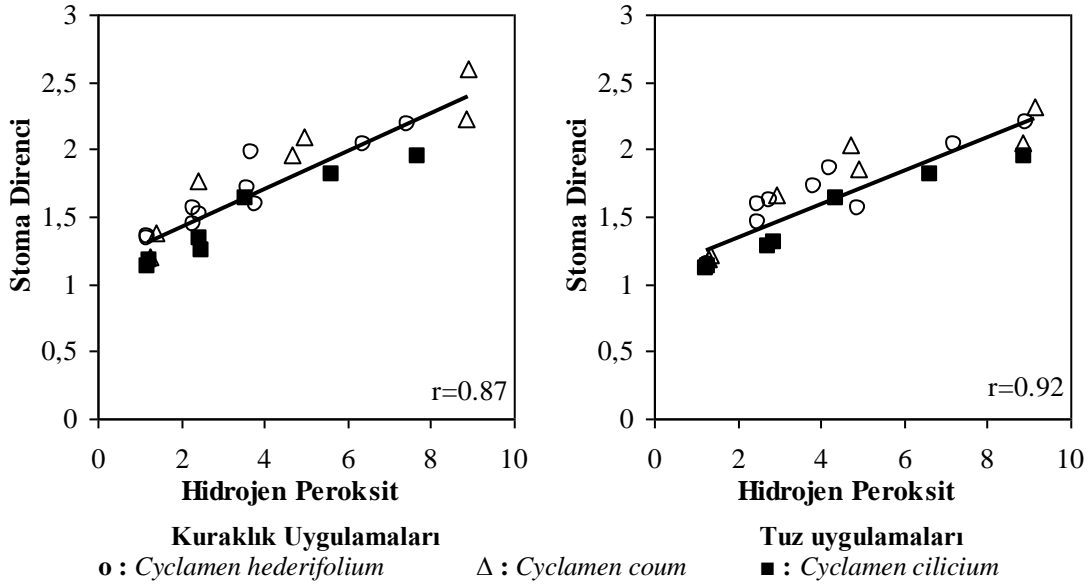
Şekil 56. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre stoma direnci ile prolin arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkiler incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de Stoma direnci ile Prolin konsantrasyonu arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 56).



Şekil 57. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre stoma direnci ile yaprak Lipid peroksidasyonu arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkiler incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de stoma direnci ile lipid peroksidasyonu arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 57).



Şekil 58. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre stoma direnci ile hidrojen peroksit konsantrasyonu arasındaki ilişki.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkiler incelendiğinde her iki abiyotik stres faktöründe de Stoma direnci ile  $H_2O_2$  konsantrasyonu arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 58).



Şekil 59. Farklı sulama düzeylerinin uygulandığı *Cyclamen cilicium* bitkilerinin görünümü.



Şekil 60. Farklı sulama düzeylerinin uygulandığı *Cyclamen coum* bitkilerinin görünümü.



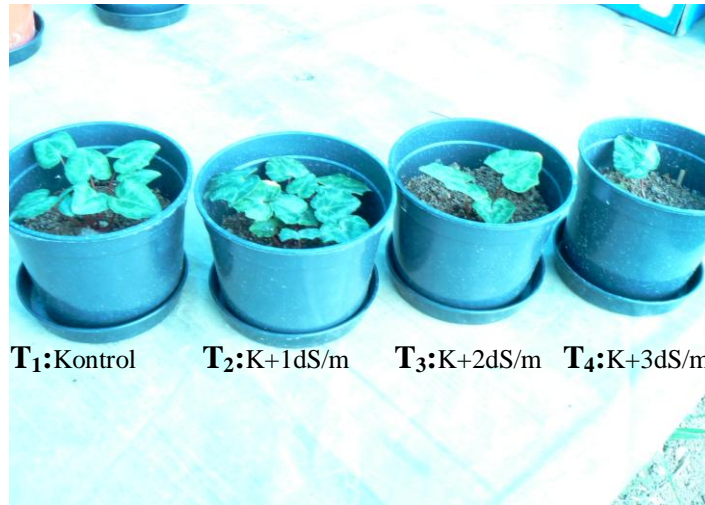
Şekil 61. Farklı sulama düzeylerinin uygulandığı *Cyclamen hederifolium* bitkilerinin görünümü.



Şekil 62. Farklı tuzluluk düzeylerinin uygulandığı *Cyclamen cilicium* bitkilerinin görünümü.



Şekil 63. Farklı tuzluluk düzeylerinin uygulandığı *Cyclamen coum* bitkilerinin görünümü.



Şekil 64. Farklı tuzluluk düzeylerinin uygulandığı *Cyclamen hederifolium* bitkilerinin görünümü.



**BÖLÜM 5****SONUÇ VE ÖNERİLER**

Bitkisel üretim açısından kuraklık ve tuzluluk en önemli abiyotik stres faktörlerindedir. Küresel ısınma neticesinde meydana gelen iklimsel değişimler, günümüzde tarımsal alanlarda kuraklık ve tuzluluğun giderek artmasına yol açmıştır. Diğer taraftan siklamen, ülkemizin farklı ekolojilerinde doğal olarak yayılış gösteren ekonomik öneme sahip bir geofit türüdür. Ayrıca kültüre alınmış hibrit formlarıyla seralarda yetiştirilen önemli bir saksılı süs bitkisidir. Küresel iklim değişikliklerinin yanı sıra, çevresel etmenlerin baskısı altında gelişimlerini sürdüren siklamen türlerinin fizyolojik özelliklerinin ortaya çıkarılması ve ileri dönemlerde bitkilerin karşılaşılabileceği bazı abiyotik stres faktörlerine karşı tolerans sınırlarının bilinmesi ile doğada korunma ve çoğaltılmaya yönelik tedbirlerin alınması sağlanabilecektir. Bu bakımdan, abiyotik stres etmenlerinin doğal siklamen türleri üzerindeki etki mekanizmaları ile kurak ve tuzlu şartlara adaptasyonlarının belirlenebilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

Fenoljik özellikler bakımından farklı sulama düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada, *C. coum*'da yaprak çıkışı üzerine üç farklı sulama düzeyinin etkisi de kontrol sulama düzeyine göre önemli bulunmuştur. *C. hederifolium*'da iki yıl tekrarlanan kuraklık denemeleri için %75 ve %50 sulama düzeyleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir. Diğer taraftan, 2009 yılı için %75, %50 ve %25 sulama düzeylerinin yaprak çıkışı üzerine olan etkisi kontrol (%100) sulama düzeyine göre önemli bulunmuştur. 2010 yılı için ise, *C.hederifolium*'da %50 ve %75 sulama konuları yaprak çıkışı bakımından kontrol (%100) sulama düzeyine göre istatistiksel anlamda önemli fark oluşturmamıştır. Yaprak çıkışı bakımından farklı sulama düzeylerinin *C. cilicium* türü üzerindeki etkileri incelendiğinde, 2009 yılı için %75 sulama düzeyi, kontrol sulama düzeyine (%100) göre önemli bulunmamıştır, diğer sulama düzeyleri ise önemli bulunmuştur. 2010 yılında yürütülen araştırmada ise üç farklı sulama düzeyinin de kontrol sulama düzeyine göre etkili olduğu saptanmıştır.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, farklı sulama düzeylerinin her üç siklamen türünde de yaprak çıkışı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, yumru dikim döneminin dış hava koşullarına bağlı olarak sera içi sıcaklık ve nem değerlerinin de yüksek seyrettiği bir döneme rastlaması ve bitkilerin yetiştirme sezonu

buyunca ısıtmasız sera koşullarında kalması nedeniyle, bitki yaprak çıkışlarında görülen gecikmelerin iklimsel faktörlerin de etkisi altında gerçekleştiği düşünülmektedir.

Farklı tuzluluk düzeylerinin siklamen türlerinde yaprak çıkışı üzerine olan etkileri incelendiğinde, 2009 yılı için, *C. coum* ve *C. hederifolium* türlerinde üç ayrı tuzluluk düzeyinin ( $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ) etkisi de, kontrol ( $T_1$ )'e göre ( $p < 0,05$ ) önemli bulunmuştur.

*C. cilicium*'da ise yaprak çıkışı bakımından,  $T_3$  ve  $T_2$  tuzluluk düzeylerinin etkisi kontrol ( $T_1$ )'e göre istatistiksel bakımdan önemli bulunmamıştır. 2010 yılı için, *C. coum* ve *C. cilicium*'da  $T_2$  ve  $T_3$  tuzluluk düzeyleri arasında istatistiksel bakımdan her hangi bir fark görülmezken, her iki uygulamanın da yaprak çıkışı üzerindeki etkisi kontrol ( $T_1$ )'e göre önemli bulunmuştur. *C. hederifolium* türünde de, yaprak çıkışı bakımından 2010 yılında gerçekleştirilen tuz uygulamalarında  $T_2$  tuzluluk düzeyinde, kontrol ( $T_1$ )'e göre önemli bir fark meydana gelmemiş, diğer tuzluluk düzeyleri ise istatistiksel açıdan ( $p < 0,05$ ) önemli bulunmuştur.

Genel bir değerlendirme yapıldığında yaprak çıkışı bakımından siklamen türlerinin  $2 \text{ dSm}^{-1}$ 'in üzerindeki tuzluluk düzeylerinden olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bitki hücrelerine  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının sızması neticesinde ozmotik potansiyel düşmekte ve tuzluluk düzeyindeki artışa bağlı olarak strese giren bitkilerde metabolizma yavaşlamaktadır. Tuzluluğun bu nedenle siklamen türlerinde yaprak çıkışını geciktirdiği düşünülmektedir.

Yumruların dikiminden itibaren ilk çiçeklerin çıkış yaptığı güne kadar geçen süreyi ifade eden çiçeklenme başlangıcı üzerine farklı sulama düzeylerinin etkileri incelendiğinde, *C. coum* için 2009 yılında çiçeklenme başlangıcı bakımından, %75 ve kontrol (%100) sulama düzeyleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. %50 ve %25 sulama düzeyleri ise çiçeklenme başlangıcı bakımından kontrole göre ( $p < 0,05$ ) önemli bulunmuştur. 2009 için *C. hederifolium*'da çiçeklenme başlangıcı yönünden, %75 ve %50 sulama düzeylerinin etkisi kontrole (%100) göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır, %25 sulama düzeyi ise önemli bulunmuştur. *C. cilicium*'da ise %75 sulama düzeyi kontrol (%100)'e göre önemli bir fark oluşturmazken, %50 ve %25 sulama düzeyleri ise çiçeklenme başlangıcı üzerinde kontrole göre önemli etkide bulunmuştur.

2010 yılındaki uygulamalarda ise, *C. coum* ve *C. cilicium*'da çiçeklenme başlangıcı bakımından %50 ve %75 sulama düzeyleri arasında istatistiksel bakımdan önemli bir fark oluşmazken, %25 sulama düzeyi ile birlikte kontrole göre etkileri önemli bulunmuştur. *C. hederifolium*'da 2010 yılı için çiçeklenme başlangıcı yönünden %25 sulama düzeyi kontrol

ve diğer uygulamalara göre önemli bulunmuştur. Diğer taraftan, %50 ve %75 sulama düzeylerinin kontrole göre önemli bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Kontrol (%100) ile %75 ve %50 sulama düzeyleri arasında çiçeklenme süresi yönünden önemli bir farklılığın oluşmaması, azalan sulama suyu miktarı karşısında *C. hederifolium*'un kuraklık stresine %50 sulama düzeyine kadar tolerans gösterebileceğini ifade etmektedir.

Farklı tuzluluk düzeylerinin çiçeklenme başlangıcı üzerindeki etkileri siklamen türlerinin üçünde de kontrole göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Araştırmanın her iki yılında da, *C. coum*, *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için tuzluluk düzeylerinin (T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub> ve T<sub>2</sub>)' tamamının da kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyine göre çiçeklenme başlangıcını geciktirdiği belirlenmiştir.

Araştırmada bitkisel materyal olarak kullanılan siklamen türlerinin geneline bakıldığında sulama düzeylerinin azalışına bağlı olarak çiçek sayısında da bir azalmanın meydana geldiği görülmüştür. 2009 yılı için, farklı sulama düzeylerinin *C. coum*'da çiçek sayısı üzerine olan etkisi kontrole göre önemli bulunmuştur. Bu açıdan *C. coum* da, sulama düzeylerindeki azalışa bağlı olarak çiçek sayısında da bir azalma söz konusudur. *C. cilicium*'da da benzer biçimde, sulama suyunun belirli oranlarda kısıtlanarak bitkiye verilmesi neticesinde, çiçek sayısında düşüş gözlenmiştir. *C. hederifolium* açısından %50 ve %75 sulama düzeyleri ile kontrol (%100) arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık gözlenmezken, %25 sulama düzeyi ise kontrole göre önemli bulunmuştur.

2010 yılında gerçekleştirilen kuraklık uygulamalarında *C. cilicium*'da azalan sulama düzeylerine paralel olarak çiçek sayısının da azaldığı belirlenmiştir. *C. coum*'da ise %50 ve %75 sulama düzeyleri arasında istatistiksel anlamda bir farklılık bulunmazken, %25 sulama düzeyi ile birlikte çiçek sayısı üzerindeki etkisi kontrole göre önemli çıkmıştır.

Farklı düzeylerde tuz uygulamalarının siklamen türlerinin çiçek sayısı üzerindeki etkileri incelendiğinde, 2009 yılı için, *C. coum*'da tuzluluk düzeyindeki artışa ters orantılı olarak çiçek sayısında azalma meydana gelmiştir. Bu bakımdan tüm tuzluluk düzeyleri  $p < 0,05$  seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. *C. cilicium*'da ise T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyinde kontrole göre herhangi bir fark oluşmazken, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyleri ise  $p < 0,05$  seviyesinde kontrole göre istatistiksel açıdan önemli fark meydana getirmiştir. *C. hederifolium*'da da çiçek sayısı, tuz düzeyindeki artışa bağlı olarak azalış göstermiştir.

2010 yılı için de, *C. cilicium*'da ise T<sub>2</sub> ve T<sub>1</sub> (kontrol) tuzluluk düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık söz konusu olmazken, diğer uygulamalar (T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub>) ise kontrol (T<sub>1</sub>)'e göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. *C. coum* ve *C. hederifolium*'da ise farklı tuzluluk düzeylerinin tamamı çiçek sayısı üzerinde kontrol (T<sub>1</sub>)'e

göre etkili olmuştur. Sonuç olarak, araştırmada kullanılan siklamen türlerinin hepsinde 3 dSm<sup>-1</sup> 'in üzerindeki tuzluluk düzeyleri çiçek sayısında belirgin bir azalma meydana getirmiştir.

Yaprak sayıları bakımından siklamen türleri üzerinde farklı sulama düzeylerinin etkileri incelendiğinde, 2009 yılı için *C. coum*'da %50 ve %75 sulama düzeyleri arasında istatistiksel bakımdan önemli fark görülmezken, kontrol (%100) sulama düzeyine göre, %25 sulama düzeyi ile birlikte yaprak sayısı üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur. *C. hederifolium*'da ise %50 sulama düzeyi kontrole göre önemli bir fark oluşturmamış, diğer uygulamalara göre ise önemli bulunmuştur. *C. cilicium*'da da %75 sulama düzeyi kontrol sulama düzeyi ile birlikte istatistiksel bakımdan aynı sınıfta yer almıştır.

2010 yılında gerçekleştirilen kuraklık uygulamaları kapsamında, yaprak sayısı açısından farklı sulama düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkilerine bakıldığında, her üç siklamen türünde de %75 sulama düzeyi ile %100 (kontrol) sulama düzeyi arasında yaprak sayısı bakımından istatistiksel anlamda önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir. *C. coum* ve *C. cilicium*'da, %50 ve %25 sulama düzeylerinin yaprak sayısı üzerindeki etkisi kontrol (%100) sulama düzeyine göre önemli bulunmuştur. *C. hederifolium*'da ise %25 sulama düzeyi dışındaki uygulamaların yaprak sayısı üzerine olan etkisi kontrole göre istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Farklı sulama düzeylerinin yaprak sayısı üzerindeki etkisi açısından *C. coum* ve *C. cilicium*'da %50 ve %25 sulama düzeyleri etkili olurken, *C. hederifolium*'da ise yalnızca %25 sulama düzeyinin kontrole göre etkili olduğu belirlenmiştir.

Siklamen türlerinde farklı tuz uygulamalarının yaprak sayısı üzerine olan etkileri incelendiğinde, 2009 yılı için *C. coum* ve *C. hederifolium*'da T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyi kontrol (T<sub>1</sub>)'e göre önemli bulunmuştur, buna göre tuzluluk düzeyi açısından 2dSm<sup>-1</sup> üzerine çıkıldığında yaprak sayısında belirgin bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

2010 yılı için, *C. hederifolium* ve *C. cilicium*'da T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyinin yaprak sayısı üzerine olan etkisi istatistiksel bakımdan kontrol (T<sub>1</sub>)'e göre önemli bulunmamış, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeylerinin etkisinin ise kontrole göre önemli olduğu belirlenmiştir. *C. coum*'da T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyleri arasında yaprak sayısı bakımından istatistiksel anlamda önemli bir fark oluşmazken, aynı uygulamaların kontrol (T<sub>1</sub>)'e göre etkili olduğu tespit edilmiştir.

Morfolojik özelliklere göre farklı sulama ve tuz düzeylerinin siklamen türleri üzerindeki etkilerinde bulgularımıza göre, 2009 yılı için, *C. coum*'da sulama düzeylerinin tamamı yumru genişliği açısından istatistiksel anlamda kontrole göre önemli bulunmuştur. Artan su kısıtı düzeyine göre *C. coum*'da yumru çevre genişliği kontrol bitkilerine göre

azalmıştır. *C. hederifolium* da ise %75 ve %50 sulama düzeylerinde, kontrol (%100) sulama düzeyine göre yumru çevresi genişliği bakımından istatistiksel olarak önemli fark tespit edilememiştir.

2010 yılı için ise, *C. cilicium* ve *C. coum*'da azalan sulama düzeylerine paralel olarak yumru çevre genişliğinde bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir. *C. hederifolium*'da ise, %50 ve %75 sulama düzeyleri yumru çevre genişliği üzerinde kontrol (%100)'e göre istatistiksel anlamda önemli etkide bulunmamıştır.

Farklı tuz uygulamalarının siklamenlerde yumru çevre genişliği üzerine olan etkilerinin de belirlendiği çalışmada, 2009 yılında yürütülen denemede üç siklamen türünde de T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyinin yumru çevre genişliği üzerindeki etkisi kontrol (T<sub>1</sub>)'e göre önemli bulunmamıştır. Diğer tuz uygulamalarının (T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub>) yumru çevre genişliği üzerindeki etkisi ise kontrole göre önemli bulunmuştur. 2009 yılı için, siklamen türlerinde 2dS/m<sup>-1</sup> altındaki tuzluluk düzeylerinde yumru çevre genişliğinde kontrole göre bir artış meydana gelmemiştir.

2010 yılı için ise, *C. coum* ve *C. cilicium*'da yumru çevre genişliği artan tuzluluk düzeylerine bağlı olarak azalmıştır. *C. hederifolium* için T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyi yumru çevre genişliği üzerinde kontrole göre etkili bulunmazken, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuzluluk düzeylerinde ise yumru çevre genişliğinde kontrole göre bir azalış söz konusu olmuştur.

Kuraklık uygulamalarının siklamen türlerine göre yumru ağırlığı üzerine olan etkilerinin incelendiği çalışmada, 2009 yılı için *C.coum*'da uygulanan sulama düzeylerinin tamamının yumru ağırlığı üzerinde kontrole göre önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Sulama düzeylerindeki azalmaya paralel olarak *C.coum*'da yumru ağırlığı da azalmıştır. 2009 yılında *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için her iki yılda da, %50 ve %25 sulama düzeyleri kontrole göre yumru ağırlığı üzerinde önemli etkiye sahip olurken %75 sulama düzeyinin ise kontrole kıyasla etkili olmadığı belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, her üç siklamen türü için de, %25 ve %50 sulama düzeyleri yumru ağırlığı üzerinde kontrol (%100) sulama düzeyine göre etkili bulunmuştur. *C. hederifolium* ve *C. cilicium* için ise, %75 sulama düzeyi ile kontrol (%100) arasındaki fark yumrulardaki ağırlık kaybı yönünden istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tuz stresinin siklamenlerde yumru ağırlığı üzerine olan etkilerinin incelendiği çalışmada, 2009 yılı için, *C. coum* ve *C. cilicium*'da yumru ağırlığı tuzluluk düzeyindeki artışa göre azalmıştır. Bu bakımdan *C. coum* ve *C. cilicium*'da tuzluluk düzeylerinin tamamı yumru ağırlığı üzerinde kontrol (T<sub>1</sub>) tuzluluk düzeyine göre etkili bulunmuştur. *C.*

*hederifolium*'da ise T<sub>2</sub> tuzluluk düzeyinde kontrol (T<sub>1</sub>)'e göre bir fark gözlenmezken, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> tuz uygulamaları ise yumru ağırlığı üzerinde önemli etkide bulunmuştur.

Yumru yüksekliği bakımından siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeyleri ile farklı tuzluluk düzeylerinin (p<0.05) istatistiksel anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir. Kuraklık ve tuz stresinin yumru yüksekliği üzerinde etkisi bulunmamıştır.

Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak alanı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Denemenin her iki yılında da *C. Coum* için azalan sulama düzeylerine paralel olarak yaprak alanlarında da azalma söz konusu olmuştur. Bu bakımdan, bitkide yaprak alanının azalması *C. coum* için kuraklık stresinden bir kaçınım olduğunun da göstergesidir.

*C. hederifolium* için ise, her iki yılda da %50 ve %75 sulama düzeylerinin yaprak alanı üzerindeki etkisi %100 (Kontrol) sulama konusuna göre önemli bulunmamıştır. Bu bağlamda *C. hederifolium* kuraklık stresine %50 sulama düzeyine kadar tolerans göstermiş ve yaprak alanında önemli bir azalma söz konusu olmamıştır.

Farklı tuzluluk düzeylerinin siklamen türlerinde yaprak alanı üzerine olan etkileri incelendiğinde, artan tuzluluk düzeylerine bağlı olarak her iki yılda da, siklamen türleri için yaprak alanı azalmıştır. Her üç siklamen türünde de, ozmotik dengenin korunması ve su kaybının azaltılması için, tuz stresine karşı bir cevap olarak yaprak alanının küçüldüğü tespit edilmiştir.

Siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen kuraklık ve tuzluluk uygulamalarının yaprak sapı uzunluğu üzerine olan etkileri istatistiksel anlamda (p<0,05) önemli bulunmamıştır. Kuraklık ve tuz stresinin siklamen türlerinde yaprak sapı uzunluğunu etkilemediği görülmüştür.

Siklamen türlerinde bazı fizyolojik özellikler bakımından kuraklık ve tuz stresinin etkileri incelendiğinde, yaprak stoma direnci üzerinde farklı sulama düzeylerinin etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05). Her üç siklamen türü için de, sulama düzeylerinin azalışına bağlı olarak bitkiler su stresine karşı koymak adına stomalarını kapatarak direnç göstermiş sonuçta su stresinin şiddetine göre stoma direnci de artış göstermiştir. Benzer şekilde, tuzluluk düzeyindeki artışa paralel olarak stoma direncinin de aynı şekilde arttığı tespit edilmiştir.

Ortamdaki gaz alış verişini yapraklarındaki stomaları aracılığı ile kontrol eden bitkilerde, kuraklık ve tuz stresi karşısında yaprak stoma açıklığında meydana gelen daralma, stomal geçirgenliğin azalmasına neden olmuştur. Bu nedenle, farklı sulama ve tuzluluk düzeyleri, siklamen türlerinin stoma direnci üzerinde önemli etkiye sahiptir.

Kuraklığın ve tuzluluğun şiddetine bağlı olarak yaprak stoma direncinde tespit edilen artış, bitkilerde su kaybını azaltmaya yönelik bir çabanın gerçekleştiğini göstermektedir.

2009 ve 2010 yılı için siklamen türlerinde yaprak biomasının farklı sulama düzeylerinden etkilendiği tespit edilmiştir. Bitkilerde su noksanlığının artışına bağlı olarak meydana gelen kuraklık stresi, siklamen türlerinde yaprak biomasının azalmasına neden olmuştur.

Farklı tuzluluk düzeylerinin siklamen türlerinde yaprak bioması üzerine olan etkileri de incelenmiştir. Buna göre, tuzluluk düzeyindeki artışa bağlı olarak siklamen türlerinde yaprak biomas değerlerinin de azaldığı tespit edilmiştir.

Bitkilere verilen su miktarı ile yaprak oransal su içeriği (YOSİ) arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Buna göre siklamen türlerinde her iki yıl için de gerçekleştirilen kuraklık uygulamaları kapsamında farklı su kısıtı uygulamalarından %75 sulama düzeyi dışındaki tüm uygulamalar (%50 ve %25) YOSİ üzerinde ( $p<0,05$ ) istatistiksel bakımdan önemli etkide bulunmuştur. %75 sulama düzeyinin altında uygulanan sulama düzeyleri, siklamen türlerinde YOSİ'ni kontrol bitkilerine göre azaltmıştır.

Farklı tuzluluk düzeylerinin siklamen türlerinde YOSİ üzerine olan etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyleri bakımından, YOSİ her üç siklamen türünde de tuz seviyesindeki artışa paralel olarak azalış göstermiştir. Tuz stresi, denemeye konu olan siklamen türlerinde YOSİ'nin azalmasına neden olmuştur.

Kuraklık stresi karşında bitki hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın bir göstergesi olarak düşünülen membran zararlanma indeksi (MZİ) bakımından siklamen türleri üzerinde farklı sulama düzeylerinin etkisi, kontrol sulama düzeyine göre  $p<0,05$  seviyesinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Azalan sulama düzeylerine bağlı olarak siklamen türlerinde yaprakta MZİ'nin artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Farklı tuzluluk düzeylerinin etkisinin de, siklamen türlerinde yaprakta MZİ bakımından istatistiksel anlamda ( $p<0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir. Tuzluluk düzeyindeki artış neticesinde yaprak hücrelerinde meydana gelen hasar oranı da artmıştır.

Siklamen türlerinde bazı biyokimyasal özellikler üzerine kuraklık ve tuzluluğun etkisi incelendiğinde, yapraklardaki toplam klorofil miktarı açısından her üç siklamen türünde de farklı sulama düzeylerinin ( $p<0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir. Kuraklık uygulamaları çerçevesinde sulama düzeylerindeki azalışa paralel olarak yapraklardaki toplam klorofil miktarının azaldığı belirlenmiştir. Su noksanlığına bağlı olarak gerçekleşen bu durum neticesinde, oransal su içeriği azalan bitki yaprak hücrelerinde metabolik

faaliyetlerde zamanla azalmakta ve mezofil hücrelerinde klorofil parçalanması başlamaktadır. Bu sebeple, kuraklık stresi, siklamen türlerinde toplam klorofili azaltmıştır.

Her iki yılda da gerçekleştirilen tuz uygulamaları kapsamında siklamenlerde farklı tuzluluk düzeyleri, yapraklarda toplam klorofil miktarı açısından istatistiksel anlamda ( $p<0,05$ ) önemli bulunmuştur. Tuz stresine giren siklamen bitkilerinde yapraktaki toplam klorofil miktarının azaldığı belirlenmiştir.

Kuraklık uygulamaları kapsamında doğal siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen farklı sulama düzeylerinin yapraklardaki toplam şeker miktarı üzerine olan etkisi önemli bulunmuştur. Buna göre, her üç siklamen türünde de, azalan sulama düzeylerine bağlı olarak yapraklardaki kuru madde oranını artış göstermiştir. Diğer bir ifadeyle kuraklık stresi karşısında siklamen yapraklarındaki karbonhidrat miktarı artmıştır.

Doğal siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen tuz uygulamaları çerçevesinde her iki yılda da, tuzluluk düzeylerindeki artışa bağlı olarak yaprakta toplam şeker miktarında artış tespit edilmiştir. Tuz stresine giren bitkilerde kuru madde birikimi artmıştır.

Siklamen türlerinin hepsinde farklı sulama düzeylerinin yaprak lipid peroksidasyon düzeyi (MDA miktarı) bakımından istatistiksel anlamda önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresi, siklamenlerde MDA miktarını arttırmıştır.

Tuz uygulamaları kapsamında doğal siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen farklı tuzluluk düzeylerinin yapraklardaki MDA miktarı üzerine olan etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. MDA miktarı artan tuz düzeylerine paralel olarak siklamen türlerinin hepsinde artış göstermiştir.

2009 - 2010 yılı kuraklık uygulamaları kapsamında siklamen türleri üzerinde gerçekleştirilen farklı sulama düzeylerindeki azalmaya bağlı olarak prolin konsantrasyonunun artış gösterdiği tespit edilmiştir. Kuraklık stresi altında yetiştirilen siklamen bitkilerinde, artan su noksanlığına bağlı olarak yaprak prolin seviyesi artmıştır.

Siklamen türleri üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin, yapraklardaki prolin miktarı üzerindeki etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Her iki yılda da gerçekleştirilen tuz uygulamaları kapsamında tuz miktarındaki artışa paralel olarak prolin seviyesi siklamen türlerinin hepsinde artış göstermiştir.

Siklamen türlerinde her iki yılda da gerçekleştirilen kuraklık çalışmaları sonucunda, bitkilerde hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) konsantrasyonunda sulama düzeylerindeki azalışa bağlı olarak bir artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu bakımdan farklı sulama düzeyleri yapraklarda hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) düzeyi üzerinde istatistiksel anlamda ( $p<0,05$ ) önemli etkide bulunmuştur.



Farklı tuzluluk düzeylerinin siklamen türlerinde yapraktaki hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) düzeyi üzerine olan etkisi istatistiksel anlamda ( $p<0,05$ ) önemli bulunmuştur. Tuz stresine bağlı olarak siklamen bitkilerinde  $H_2O_2$  seviyesinin artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Kuraklık ve tuz stresi altındaki siklamen türlerinde yapraklarda görülen bazı önemli özellikler arasındaki ilişkiler incelendiğinde;

Yaprak sayısı ile stoma direnci arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin söz konusu olduğu belirlenmiştir. Kuraklık ve tuz stresi karşısında siklamen türlerinde yaprak sayısı azalırken stoma direnci ise artış göstermiştir.

Yaprak sayısı ile toplam klorofil miktarı arasında ise pozitif yönlü doğrusal bir ilişki göze çarpmaktadır. Buna göre kuraklık ve tuzluluk siklamen türlerinde yaprak sayısını azaltırken, toplam klorofil miktarı azalmıştır.

Yaprak alanı ve stoma direnci arasındaki ilişki incelendiğinde, yaprak alanının stres faktörleri karşısında azaldığı, buna karşılık stoma direncinde ise artış olduğu belirlenmiştir.

Yaprak alanı ve toplam klorofil arasında ise pozitif yönlü doğrusal bir ilişki belirlenmiştir. Buna göre, her iki stres faktörü karşısında, bitkilerde yaprak alanı azalırken, toplam klorofil miktarı da azalmıştır.

Yaprak alanı ve toplam şeker miktarı arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine bağlı olarak, siklamen türlerinde yaprak alanı azalmış, toplam şeker miktarı ise artmıştır.

Yaprak alanı ile membran zararlanma indeksi arasında da negatif yönlü doğrusal bir ilişki söz konusudur. Abiyotik stres faktörleri karşısında, yaprak alanı azalırken, yapraklardaki membran zararı ise artmıştır.

Yaprak biyoması ile stoma direnci arasındaki ilişki incelendiğinde, kuraklık ve tuz stresine bağlı olarak yaprak biyomasında azalma söz konusuysen, stoma direncinde ise artış tespit edilmiştir.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyoması ile toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki incelendiğinde, yaprak biyoması azalırken buna paralel olarak toplam klorofil miktarı da azalmıştır.

Yaprak biyoması ile toplam şeker miktarı arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Kuraklık ve tuz stresinin şiddetine bağlı olarak azalan yaprak biyoması karşısında, toplam şeker miktarının ise arttığı belirlenmiştir.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyoması ile membran zararlanma indeksi arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yaprak biyoması abiyotik stres etmenleri karşısında azalırken, membran zararı ise artmıştır.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) ile stoma direnci arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Kuraklık ve tuzluluğun etkisi altındaki siklamen bitkilerinde, YOSİ azalırken, buna karşılık stoma direnci artmıştır.

YOSİ ile toplam klorofil arasındaki ilişkiye göre, farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ azalırken, yaprakta toplam klorofil miktarı da azalmıştır.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre, YOSİ ile toplam şeker miktarı arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bitkilerde strese tepki olarak, YOSİ azalırken, toplam şeker miktarı ise artmıştır.

YOSİ ile MZİ arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Kuraklık ve tuz stresi altındaki siklamen türlerinde, YOSİ’de azalma görülürken, MZİ’de ise artış meydana gelmiştir.

YOSİ ile yaprak lipid peroksidasyonu arasındaki ilişkiye göre, YOSİ kuraklık ve tuz stresine bağlı olarak azalırken, lipid peroksidasyon düzeyi ise artış göstermiştir.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeyleri bakımından YOSİ ile prolin konsantrasyonu arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Siklamen türlerinde, YOSİ azalırken prolin konsantrasyonu ise yükselmiştir.

YOSİ ile H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonu arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bu bakımdan, stres faktörleri karşısında YOSİ azalırken, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonu artmıştır.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre stoma direnci ile prolin arasındaki ilişki incelendiğinde, stoma direnci stresin şiddetine bağlı olarak artarken prolin de artış göstermiştir.

Farklı sulama ve tuzluluk düzeyleri açısından, stoma direnci ile yaprak lipid peroksidasyonu arasındaki ilişki incelendiğinde, her ikisinin de arttığı belirlenmiştir.

Stoma direnci ile H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonu arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Kuraklık ve tuzluluğun etkisi altında stoma direnci artarken, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonunda da artış olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma süresince elde edilen morfolojik ve fizyolojik özellikler ile biyokimyasal değişimlere ilişkin sonuçlar açısından türler için genel bir değerlendirme yapıldığında; *Cyclamen coum*’da farklı sulama düzeylerinin etkili olduğu, bitkinin kısıtlı su rejiminde gelişiminin de aynı oranda kısıtlandığı belirlenmiştir. *Cyclamen coum*’da genel olarak %75 sulama düzeyinin altındaki sulama konuları bitkide kalite açısından kayıba neden olmuştur.

*Cyclamen hederifolium*'un araştırmada irdelenen parametreler açısından denemede kullanılan diğer türlere nazaran kuraklık stresine daha fazla tolerans gösterebildiği göze çarpmıştır. Özellikle %75 ve %50 sulama düzeylerinde, bitki gelişimi kontrol (% 100) sulama düzeyine benzer biçimde sürmüştür. Bu bakımdan bitkinin özellikle park ve bahçelerde, sulama sorunu olan gölgelik alanlarda yer örtücü olarak peyzaj çalışmalarında değerlendirilebileceği düşünölmektedir.

*Cyclamen cilicium* türünde de genel olarak %75 sulama düzeyi kontrole göre kıyaslandığında bitkinin gelişim özellikleri bakımından aynı özellikleri korumuştur. %75'in altındaki sulama düzeylerinde ise bitki gelişiminin yavaşladığı saptanmıştır.

Kontrol (K), K+1 d Sm<sup>-1</sup>, K+2 d Sm<sup>-1</sup> ve K+3 d Sm<sup>-1</sup> şeklinde sırasıyla T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> olarak meydana getirilen birbirinden farklı dört tuzluluk düzeyine göre genel olarak 2 d Sm<sup>-1</sup>'in üzerindeki tuzluluk düzeylerinde siklamen türleri açısından gelişimin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bu bakımdan özellikle yüksek seviyede tuzluluk problemi olmayan alanlarda ve farklı yetiştirme ortamlarında bu üç siklamen türünün yetiştiriciliğe elverişli oldukları saptanmıştır.

CITES'in listesinde yer alan *Cyclamen hederifolium*, *Cyclamen coum* ve *Cyclamen cilicium*'un, kuraklık ve tuz stresi gibi abiyotik stres faktörlerine gösterdikleri tepkilerin bitki fizyolojisi yönünden ele alındığı ve yetiştiricilik özellikleri açısından irdelendiği bu araştırmada siklamen türlerinin park, bahçe ve rekreasyon alanlarında da diş mekan veya saksılı süs bitkisi olarak değerlendirilebileceği görölmüştür.

## KAYNAKLAR

- Adavi Z., Mobil M., Razmjoo K. ve Landi E., 2007. Effects of Salinity of Irrigation Water on *Cynodon* Spp. Cultivars Grown on Salinity Soil in Isfahan. *J.Sci and Technol. Agric and Natur*,(10): 4.
- Agastian P., Kingsley S.J. ve Vivekanandan M., 2000. Effect of Salinity on Photosynthesis and Biochemical Characteristics in Mulberry Genotypes. *Photosynthetica*, (38) : 287-290.
- Akat Ö., 2008. Farklı Tuzluluk Düzeyleri ve Yıkama Oranlarının Gerbera Bitkisinde Gelişim, Verim, Kalite ve Su Tüketimi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri A.B.D. İzmir.
- Akçal A., 2007. Çanakkale Koşullarında Saksı Bitkisi Olarak Yetiştirilen *Cyclamen hederifolium*'da Farklı Işıklanma Süreleri ve Yoğunluklarının, Bitki Gelişimi ve Çiçeklenmesi Üzerine Olan Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri A.B.D., Çanakkale.
- Aksu E., Erken K. ve Görür G., 2002 b. İhracatı Yapılan Doğal *Cyclamen* Türlerinden *Cyclamen hederifolium*, *Cyclamen coum* ve *Cyclamen cilicium* Yumrularının Tohumla Üretilmeleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova (163) :18 s.
- Aksu E., Erken K. ve Kaya, E., 2002 a. *İhracatı Yapılan Doğal Çiçek Soğanları*. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, (84) : 39 s.
- Aktaş H., 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Doktora Tezi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst., Adana.
- Aktura N., 1990. Bitkilerde Su Stresi ve Sulama Zamanının Belirlenmesi Amacıyla Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.

- Alexieva V., Sergiev I., Mapelli S. ve Karanov E., 2001. The Effect of Drought Ultraviolet Radiation on Growth and Stres Markers in Pea and Wheat. *Plant, Cell and Environment*, 24 (12): 1337-1344.
- Al-Harbi A.R., 1995. Growth and Nutrient Composition of Tomato and Cucumber as Affected by Sodium Chloride Salinity and Supplemental Calcium. *J.Plant Nutrition*, 18: 1403-1416.
- Altay H. ve Müftüoğlu N.M., 2004. The Effects of Varying Applications of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on the Size of *C. hederifolium* Corms Grown in Peat Medium. *International Soil Congress on "Natural Resource Management for Sustainable Development"*, June 7- 10, 2004, p: 28 - 33, Erzurum-Turkey.
- Anonim, 1995. UNCCD (United Nations Conference on Desertification). <http://www.unccd.int>.
- Anonim, 2000. Land and Plant Nutrition Management Service, Prosoil Problem Soils Database. <http://apps.fao.org> .
- Anonim, 2009 a. DSİ Genel Müdürlüğü, Yeraltısuları kitabı.
- Anonim, 2009 b. Çiçek Vizyon Dergisi, (4) : 36. <http://cicekvizyon@aib.gov.tr>
- Anonim, 2011 a. The Morel Diffusion Company. <http://www.cyclamen.com>
- Anonim, 2011 b. Varinova. <http://www.varinova.nl>
- Anonim, 2012. 25 Kasım 2011 Cuma. 28123 Sayılı Resmi Gazete.
- Asada K. ve Takahashi M., 1987. Production and Scavenging of Active Oxygen Radicals in Photosynthesis. In: D.J.Kyle Et Al. (Eds.) Photoinhibition. *Elsevier*, Amsterdam, 227-297.
- Asada K., 1994. Mechanisms for Scavenging Reactive Molecules Generated in Chloroplast Under Light Stress. In: Baker, N.R.

- Asamaa K., Sober A., Hartung W. ve Niinemets U., 2002. Rate of Stomatal Opening, Shoot Hydraulic Conductance and Photosynthetic Characteristics in Relation to Leaf Abscisic Acid Concentration in Six Temperate Deciduous Trees. *Tree Physiol.* (22) : 267-276.
- Asraf M. ve Ali Q., 2007. Relative Membrane Permeability and Activities of Some Antioxidant Enzymes as the Key Determinants of Salt Tolerance in Canola (*Brassica Napus L.*). *Environmental and Experimental Botany*, (63): 266-273.
- Asraf M. ve Foolad M.R., 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. *Environmental and Experimental Botany*, (59): 206-216.
- Asraf M. ve Harris P.J.C., 2004. Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Sci.* (166): 3–16.
- Asraf M. ve Iram A., 2005. Drought Stress Induced Changes in Some Organic Substances in Nodules and Other Plant Parts of Two Potential Legumes Differing in Salt Tolerance. *Flora*, (200) : 535–546.
- Asraf M., 1999. Breeding For Salinity Tolerance Proteins in Plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* (13) : 17-42.
- Asraf M., 2004. Some Important Physiological Selection Criteria for Salt Tolerance in Plants. *Flora.* (199) : 361-376.
- Asraf M., Arfan M., Shahbaz M., Ahmad A. ve Jamil A., 2002. Gas Exchange Characteristics and Water Relations in Some Elite Okra Cultivars Under Water Deficit. *Photosynthetica*, 40 (4): 615-620.
- Ayaş S. ve Demirtaş Ç., 2009. Deficit Irrigation Effects on Cucumber (*Cucumis sativus L.* Maraton) Yield in Unheated Greenhouse Condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (3,4) : 645 - 649.
- Ayoub A.T. ve Ishag H.M., 1974. Sodium Toxicity and Catron Imbalance in Dry Bean (*Phaseolous vulgaris L.*). *J. Agric. Scr. Comb.* (82) : 339-342.
- Baligar V.C., Fageria N.K. ve He Z.L., 2001. Nutrient Use Efficiency in Plants. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, (32) : 921-950.

- Barış M.E., 2007. Kurakçıl Peyzaj, *Bilim ve Teknik*, vol.478 : 24-26, TÜBİTAK.
- Başer S., 2012. Bazı Sıklamen Türlerinin Tohumlarının Çimlendirilmesi ve Yumrularının Büyütülmesi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Bornova, İzmir.
- Bates L.S., Waldren R.P. ve Teare I.D. 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies. *J. Plant and Soil*. (39): 205-207.
- Bayraklı F., 1998. *Toprak Kimyası*. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 26, 1. Baskı, Samsun, 214s.
- Belgati S.M., 2008. Exogenous Ascorbic Acid (vitamin C) Induced Anabolic Changes for Salt Tolerance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) plants. *African Journal of Plant Science*, (2) :118-123.
- Bian Y.M., Chen S.Y. ve Xie M.Y., 1988. Effects of HF on Proline of Some Plants. *Plant Physiol. Commun.*, (6) : 19-21.
- Bik R.A., 1980. Effect of Irrigation Water Salinity on Postharvest Performance of Cyclamen Grown on Rock Wool and Potting Compost. *Symposium on Substrates in Horticulture Other than Soils In Situ. Acta Hort.* (5) : 5 p.
- Blum A., 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, (2) : 199-237.
- Bohnert H.J ve Sheveleva E., 1998. Plant Stress Adaptations Making Metabolism Move. *Current Opinion in Plant Biology*, (1): 267-277.
- Bohra J.S. ve Dörffling K., 1993. Potassium Nutrition of Rice (*Oryz sativa* L.) Varieties under NaCl Salinity. *Plant and Soil*. 152: 299-303.
- Borsani O., Valpuesta V. ve Botella M.A., 2003. Developing Salt Tolerant Plants in A New Century: A Molecular Biology Approach. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 73: 101-115.
- Botella M.A., Martinez J. ve Cerda A., 1997. Salinity Induces Potassium Deficiency in Maize Plants. *Journal plant physiol.* 50: 200-205.

- Boztok Ş., 2002. Siklamen (*Cyclamen persicum*)’de Çiçeklenme Üzerine Giberelik Asitin Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39 (3): 1-8.
- Bray E., Bailey-Serres. J. ve Weretilnyk E., 2000. Responses to Abiotic Stresses. Chapter 22. In: *Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Amer.Soc.Plant Physiol.*, Rockrille MD.
- Bray E.A., 1997. Plant Responses to Water Deficit. *Trends Plant Sci.*,( 2) : 48-54.
- Cha-Um S. ve Kirdmanee C., 2009. Proline Accumulation, Photosynthetic Abilities and Growth Characters of Sugarcane (*Saccharum Officinarum* L.) Plantlets in Response to Iso-Osmotic Salt and Water-Deficit Stres. *Agricultural Sciences in China*. 8(1): 51-58.
- Cheeseman J., 1988. Mechanisms of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Phys.*, 7: 547-550.
- Chinnusamy V., Jagendorf A. ve Zhu, J.K., 2005. Understanding and Improving Salt Tolerance in Plants. *Crop Science*, 45: 437-448.
- Comstock J.P., 2002. Hydraulic and Chemical Signalling in The Control of Stomatal Conductance and Transpiration. *J. Exp. Bot.* 53: 195-200.
- Cornic G., 2000. Drought Stress Inhibits Photosynthesis by Decreasing Stomatal Aperture-not by Affecting ATP Synthesis. *Trands. Plants. Science*. 5: 187-188.
- Cowling R. M. ve Holmes P. M., 1992. Endemism and Speciation in a Lowland Flora from the Cape Floristic Region. *Biol. J. Linn. Soc.*, 47: 367-383.
- Cruz De Carvalho M.H., Laffray D. ve Louguet P., 1998. Comparison of Physiological Responses of *Phaseolous vulgaris* and *Vigna unguiculata* Cultivars when Submitted to Drought Conditions. *Environ. Exp. Bot.*, 40: 197-207.
- Çırak C. ve Esendal E., 2003. Soyada Kuraklık Stresi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(2): 231-237.
- De Hertogh A.A. ve Le Nard M., 1993. The Physiology of Flower Bulbs. *Elsevier Science Publishers B.V.* Amsterdam, Netherlands, 811 p.



- De Lucia B., Mancini L. ve Ventrelli A., 2003. Effects of Nutrient Solution Salinity (NaCl) on the Yield Level and Quality Characteristics in Liliium Soilless Culture. *Proceedings of The International Symposium on Managaning Greenhouse Crops in Saline Environnement*. A. Pardossi, G. Serra, F. Tognoni (Eds.), *Acta Horticulturae*, Bari, Italy, 609: 401–406.
- Demiral T. ve Türkan, İ., 2005. Comparative Lipid Peroxidation, Antioxidant Defense Systems and Proline Content in Roots of Two Rice Cultivars Differing in Salt Tolerance. *Environmental and Experimental Botany* 53: 247-257.
- Dlugokecka E., Kacperska-Palacz A., 1978. Re-Examination of Electrical Conductivity Method for Estimation of Drought Injury. *Biologia Plantarum* (Prague), 20: 262–267.
- Dolatabadian A., Sanavy S.A.M.M. ve Chashmi N.A., 2008. The Effects of Application of Ascorbic Acid (Vitamin C) on Antioxidant Enzyme Activites, Lipid Peroxidant and Proline Accumulation of Canola (*Brassica napus* L.) under Conditions of Salt Stress. *J.Agronomy and Crop Science*, 931-2250.
- Drury W. H., 1974. Rare species, *Biol. Conserv.* 6: 162-169.
- Ekmekçi E., Apan M. ve Kara T., 2005. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (3): 118-125.
- Elliialtıoğlu Ş. ve Tıyrıdamaz R., 1998. Doku Kültürünün Tuz Stresine Dayanıklılıkta Kullanımı. *Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu*, 22-26 Haziran 1998, Bornova-İzmir, 70-81.
- Elstner E.F., 1987. Metabolism of Activated Oxygen Species ın D.D. Davies (Ed.) *The Biochemistry of Plants Biochemistry of Metabolism*. *Academic Pres. San Diego*. Ca., 2: 252-315.
- Engin H., 2008. Scanning Electron Microscopy of Floral Initiation and Developmental Stages In Sweet Cherry (*Prunus avium*) Under Water Deficits. *Bangladesh J. Bot.* 37 (1) : 15-19.

- Ergun M.E., Erkal S. ve Pezikođlu F., 1997. *Doğadan Sökülen Çiçek Soğanlarının Sökümü, Üretimi ve Ticaretinin Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler yayın No: 108, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Eriş A., 1990. Bahçe Bitkileri Fizyolojisi, U.Ü.Z.F. Yay. Ders Notları No: 11, Bursa.
- Eriş A., Sivritepe N. ve Sivritepe H.Ö., 1998. Asmalarda Su Stresine Karşı Ortaya Çıkan Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Reaksiyonlar. *IV. Bağcılık sempozyumu*, 20-23 Ekim, Yalova, s. 64-68.
- Ersöz S., 2009. Asma Anaçlarında (Vitis sp.) Bor ve Tuz Stresine Tolerans Mekanizmalarının Stresle İlgili Fizyolojik Parametreler ve Antioksidan Enzimlerle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Erwin J., 1999. Factors Affecting New Guinea Impatiens Flowering. Minnesota Commercial Flower Growers Association Bulletin, Department of Horticultural Science, University of Minnesota. 5p.
- Fan S. ve Blake T., 1994. Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. *Physiologia Plantarum*, 90: 414-419.
- Faroq S. ve Azam F., 2006. The Use of Cell Membrane Stability (Cms) Technique to Screen for Salt Tolerant Wheat Varieties. *Journal of Plant Physiology* 163: 629-637.
- Farrant J.M., 2000. A Comparison of Mechanisms of Desiccation Tolerance Among Three Angiosperm Resurrection Plant Species. *Plant Ecol.*, 151: 29-39
- Foyer C.H., Lendais M. ve Kunert K.J., 1994. Photooxidative Stress in Plants. *Phsiol. Plant.*, 92: 696-717.
- Franco J.A., Fernandez J.A. ve Banon S., 1997. Relationship Between the Effects of Salinity on Seedling Leaf Area and Fruit Yield of Six Muskmelon Cultivars. *Hortscience*, 32 (4): 642-644.

- Francois L.E. ve Maas E.V., 1994. Crop Response and Management on Salt-Affected Soils. *Handbook of Plant and Crop Stress*. Mohammad Pessaraklı (Eds.), Marcel Dekker, Inc., 270, New York, USA, 696 p.
- Garca-Sanchez F., Carvajal M., Porras I., Bota P., Matnez V., 2003. Effects of Salinity and Rate of Irrigation on Yield, Fruit Quality and Mineral Composition of “Firo 49” Lemon. *European Jour. Of Agronomy*, 19 (3): 427-437.
- Ghoulam C., Foursy A. ve Fores, K., 2002. Effects of Salt Stress on Growth Inorganic Ions and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Five Sugar Beet Cultivars. *Enviromental and Exp. Botany*, 47 : 39-50.
- Gökçeoğlu M. ve Sukatar A., 1985. *Cyclamen hederifolium* Aiton.’un Yumru Büyümesi Üzerine Araştırmalar, *Doğa Bilim Dergisi*, Ser. A2, 9/2, s: 248-252.
- Göksoy A.T. ve Turan Z.M., 1991. Kuraklığın Bitki Fizyolojisi ve Morfolojisi Üzerine Etkileri. *U.Ü.Z.F. Dergisi*, 8: 149-190.
- Gönüz A., 1994. Batı Anadolu’da Farklı Yüksekliklerde Yetişen Bitkilerin Yapısal Değişiklikleri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Grattan S.R., 1993. How Plants Responds To Salts. *Agricultural Salinity and Drainage*. University of California Irrigation Program, University of California, Davis, 3-5.
- Grewal H.S., 2010. Water Uptake, Water Use Efficiency, Plant Growth and Ionic Balance of Wheat, Barley, Canola and Chickpea Plants on A Sodic Vertosol 329 With Variable Subsoil Nacl Salinity. *Agricultural Water Management* 97: 148–156.
- Grey-Wilson C., 1988. The Genus *Cyclamen*. *The Royal BotanicGardens*, Kew in association with Christopher Helm and Timber Pres, 9999 sw Wishire Portland, Oregon 97225, USA ISBN 0-7470-1221-0
- Gutsa L.V. ve Chen T.H.H., 1987. The Physiology of Water and Temperature Stres. *American Society of Argon.*, 115-150.

- Günes A., Cicek N., İnal A., Alpaslan M., Eraslan F., Güneri E. ve Güzelordu, T., 2006. Genotypic Response of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Cultivars to Drought Stress Implemented at Pre- and Post-Anthesis Stages and its Relations with Nutrient Uptake and Efficiency. *Plant Soil Environ.*, 52 (8): 368–376.
- Hale M.G. ve Orcutt D.M., 1987. The Physiology of Plants Under Stress. John Wiley & Sons, Inc. USA., 206 p.
- Hallıwel B. ve Gutteridge J.M.C., 1985. Free Radicals in Biology and Medicine. Clarandum
- Haman D.Z., Capece J.C. ve Smajstrla A.G., 1997. Irrigating With High Salinity Water. Electronic Publishing, Florida University. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Hameed M. ve Asraf M., 2008. Physiological and Biochemical Adaptations of Cynodon Dactylon (L.) Pers. From The Salt Range (Pakistan) to Salinity Stres. *Flora*, 203: 683-694.
- Hannah M.,1998. Cyberconference Water Quality.
- Hoagland D.R. ve Arnon D.I. 1938. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. *Circ. Calif. Agr. Exp. Sta.*, 347-461.
- Holden M., 1976. Chlorophyll in Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. Vol. 2 ( T. W. Goodwin, Ed.). Academic Press, London pp: 1 – 37
- Hong-Bo S., Xiao-Yan C., Li-Ye C., Xi-Ning Z., Gangh W., Yongbing Y., Chang-Xing Z. ve Zan-Min Z., 2006. Investigation on the Relationship of Proline with Wheat Anti-Drought under Soil Water Deficits. *Colloids Surf. B. Biointerfaces*, 53: 113-119.
- Hsiao T. C., 1973. Plant Responses to Water Stress. *Annu. Rev. Plant Physiol*, 24: 519-570.
- Huang Y., Bie Z., Liu Z., Zhen A. ve Wang W., 2009. Protective Role of Proline Against Salt Stress is Partially Related to the Improvement of Water Status and Peroxidase Enzyme Activity in Cucumber. *Soil Science and Plant Nutrition*, 55 (5): 698-704.

- Ingram J. ve Bartels D., 1996. The Molecular Basis of Dehydration Tolerance in Plants. *Annu.Rev Plant Physiol. Plant Mol.Biol.* 47:377-403.
- Irshad M., Yamamoto S., Enerji A.E., Endo T. ve Hona T., 2002. Urea and Manure Effect on Growth and Mineral Contents of Maize Under Saline Conditions. *Journal of Plant Nutrition.* 25(1): 189- 200. ISSN 1018-8851.
- Jacoby B., 1994. Mechanisms Involved in Salt Tolerance By Plants: In:Pessarakli, M.(Eds.), Handbook Of Plant And Crop Stres. Marcel Dekker, Newyork, 97-123.
- Jaleel C.A., Manivannan P., Sankar B., Kishorekumar A., Gopi R., Somasundaram R. ve Panneerselvam R., 2007. Water Deficit Stress Mitigation by Calcium Chloride in Catharanthus Roseus. Effects on Oxidative Stress, Proline Metabolism and Indole Alkaloid Accumulation. *Biointerfaces.* 60: 110-116.
- Jenks M.A. ve Hasegawa, P.M., 2005. Plant Abiotic Stress, Blackwell, ISBN-10: 1-4051-2238, S.270
- Jones H.G., 1992. *Plants and Microclimate, Cambridge University Press, Cambridge.*
- Jones R.A., 1986. The Development of Salt-Tolerant Tomatoes: Breeding strategies. *Acta Horticulturae* 190: 101–114.
- Jung S., 2004. Variation in Antioxidant Metabolism of Young and Mature Leaves of Arabidopsis Thaliana Subjected to Drought. *Plant Sci.* 166: 459 - 466
- Kaçar B., Katkat V. ve Ş. Öztürk., 2006. Bitki Fizyolojisi. Bursa 563.
- Kafkafi U., 1991. Root Growth Under Stress. Salinity in The Plant Roots: The Hidden Half (E.Waisel,A. Eshel and U.Kafkafi.Eds.).Marcel Dekker, New York, 375-391.
- Kalefetoğlu T. ve Ekmekçi Y., 2005. The Effect of Drought on Plants and Tolerance Mechanisms. G. U. *Journal Of Science*, 18(4): 723- 740.
- Kanber R., Kırdı C. ve Tekinel O., 1992. Sulama Suyu Niteligi ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana.*

- Kandeel A.M., El-Ramah S.O. ve Al-Qubati A.A., 1999. Effect of Sodium Chloride in Soil on the Growth and Uptake of Some Nutrient Essential Elements of Snapdragon plant. *Journal of Agricultural Sciences*.7:1, 261-271.
- Karagüzel O., 2007. *Çim ve Yerörtücü Bitkiler Ders Notu*. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya.
- Karagüzel Ö., 2009. Çiçek soğanları. Antalya Kesme Çiçek İhracatçılar Birliği, Sayı:5
- Karanlık S., 2001. Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Doktora Tezi. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Adana.
- Kaynaş K. ve Miran U., 2003. Bazı Biber Çeşitlerinin Kurağa Dayanımları Üzerine Bir Araştırma. *IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü*, 8-12 Eylül 2003, Antalya – Türkiye.
- Kaynaş N. ve Eriş A., 1996. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Bazı Şeftali Çeşitlerinde Topraktaki Su Noksanlığının Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri. *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 25 (1-2): 71-85s.
- Kaynaş N. ve K. Kaynaş, 2001. Farklı Kurak Koşullar Altında Bulunan Erik Çöğür Anaçlarında Meydana Gelen Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimler. *I. Sert Çekirdekli Meyveler Semp.* 25-28 Eylül 2001, S 213-220. Yalova.
- Kaynaş N. ve Kaynaş K., 2003. Klon Anaçları Üzerine Aşılı Angelona Erik Çeşitinin Su Stresi Koşullarındaki Fizyolojik Değişimleri. *IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü*, 8-12 Eylül 2003, Antalya – Türkiye.
- Kesler B., 1961. Nucleic Acids as Factors in Drought Resistance of Higher Plants. *Recent Advan. Bot.* , 1153-1159.
- Khan A.A, 1993. Preplant Physiological Seed Conditioning. *Horti*. 13:131-181.
- Kırnak H. ve Demirtaş M.N., 2002. Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 33 (3), 265-270.

- Kocaçalışkan İ., 2003. *Bitki Fizyolojisi*. DPÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Yayını, 420.
- Kocheva K., Lambrev P., Georgiev G. ve Goltsev, V., 2004. Evaluation of Chlorophyll Fluorescence and Membrane Injury in The Leaves of Barley Cultivars under Osmotic Stres. *Bioelectrochemistry*, 63 :121– 124.
- Kotuby A.J., Koenig R. ve Kitchen B., 1997. Salinity and Plant Tolerance. Utah State University Extension. AG-SO-03., Utah State University
- Kozłowski T.T. ve Pallardy S.G., 1997. *Physiology of Woody Plants*, Academic Press. New York.
- Köşkeroğlu S., 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea Mays* L.) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi Muğla Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü. Muğla
- Kuşvuran Ş., 2004. Kavunda (*Cucumis melo* L.) Tuz Stresine Toleransın Belirlenmesinde Antioksidant Enzim Ektivitesi ve Lipid Peroksidasyonundan Yararlanma Olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kuşvuran Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, Türkiye.
- Laffray D. ve Louguet P., 1990. Stomatal Response and Drought Resistance. *Bulletin De La Societe Botanique De France* 137: 47-60.
- Larcher W., 2003. *Physiological Plant Ecology*. 4. Baskı, Springer, 513 p.
- Levitt J., 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses*, Vol 1, Academic Press, NewYork.
- Linchtenthaler H.K., 1996. Vegetation Stress: An Introduction to The Stress Concept in Plants. *J.Plant Physiol.*148:4-14
- Lutts S., Kinet J.M. ve Bouhartmont. J., 1996. NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Difering in Salinity Resistance. *Ann. Bot.*, 78: 389-398.

- Maas E.V. ve Hoffman G.J., 1977. Crop Salt Tolerance-Current Assessment, Journal Irrigation Drain. Div. ASCE, 103 (IR2): 115-134.
- Maggio A., Ramondi G., Martini A. ve De Pascale, S., 2007. Salt Stress Response in Tomato Beyond the Salinity Tolerance Threshold. *Environmental and Experi. Botany*, 59 (3): 276-282.
- Mahajan S. ve Tuteja N., 2005. Cold, Salinity and Drought Stresses. An Overview, Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139- 158.
- Makela P., Kontturi M., Pehu E. ve Somersalo S., 1999. Photosynthetic Response of Drought and Salt-Stressed Tomato and Turnip Rape Plants to Foliar- Applied Glycinebetaine. *Physiol. Plant.*, 105:45-50.
- Mani S., Van De Cotte B., Montagu M.V. ve Verbruggen N., 2002. Altered Levels of Proline Dehydrogenase Cause Hypersensitivity to Proline and its Analogs in Arabidopsis. *Plant Physiol*, 128: 73-83.
- Marschner H., 1997. Mineral Nutrition of Higher Plants.. 2.nd. Edition Academic Press, London, 889.
- Martinez J.P., Silva H., Ledent J.F. ve Pinto M., 2007. Effects of Drought Stress on the Osmotic Adjustment, Cell Wall Elasticity and Cell Volume of Six Cultivars of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Eur J Argon*, 26: 30-38.
- Mathew B. ve Özhatay N., 2001. Türkiye'nin Siklamenleri. Türkiye Doğal Hayatı Koruma Derneği, Sirkeci, İstanbul, 32s.
- Matysik J.B.A. ve Bhalu P., 2002. Mohanty, Molecular Mechanism of Quenching of Reactive Oxygen Species By Proline Under Stress in Plants. *Curr. Sci.*, 82: 525–532.
- McKersie B.D. ve Leshem Y., 1994. Stress and Stress Coping in Cultivated Plants, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Miller W.B., 2006. Using Alcohol to Reduce Growth of Paperwhite Narcissus. Royal Dutch Wholesalers Association for Flowerbulbs and Nursery Stock in Cooperation Dr. Bill Miller of Cornell University.



- Miller W.B., 2007. Growth of *Salvia nemorosa* 'Amethyst' as Affected by Planting Depth and Soil Water Status. Dept. of Horticulture, Cornell University 134 *Plant Science* Building Ithaca, NY 14853.
- Mugdhal V., Madaan N. ve Mudgal, A., 2010. Biochemical Mechanisms of Salt Tolerance in Plants: A Review. *International Journal of Botany*.6 (2):136-143
- Mukherjee S.P. ve Choudhuri M.A., 1983. Implications of Water Stress-Induced Changes in The Leaves of Endogenous Ascorbic Acid and Hydrogen Peroxide in Vigna Seedlings. *Physiol. Plant*. 58, 166-170.
- Mundree S.G, Baker B., Mowla S., Peters S., Marais S., Willigen C.V., Govender K., Maredza A., Muyanga S., Farrant J.M. ve Thomson J.A., 2002. Physiological and Molecular Insights into Drought Tolerance. *Afr. J. Biotechnol*.1: 23-38.
- Mundree S.G. ve Farrant J.M., 2000. Some Physiological and Molecular Insights Into The Mechanisms of Desiccation Tolerance in The Resurrection Plant *Xerophyta viscosa* Baker. In Cherry, J.H., Ryther, A. and Locy, R.D (eds)., *Plant Tolerance to Abiotic Stresses in Agriculture: Role of Genetic Engineering*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp 201-222
- Munns R., 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stres. *Plant Cell Environ*. 25: 239-250.
- Munns R., 2005. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. *New Phytol.*, 167: 645-663.
- Murata Y., Obi I., Yoshihashi M., Noguchi M. ve Kakutani T., 1994. Reduced Permeability to K and Na Ions of K Channels in The Plasma Membrane Pf Tobacco Cells in Suspension After Adaptation To 50 Mm NaCl. *Plant Cell Phys.*, 35 (1): 87-92.
- Müftüoğlu N.M., Altay H. ve Erken K., 2003. An Investigation To Determine the Effect of Various Mediums and Fertilisers in the Production of *C. hederifolium* Corms, The Dahlia Greidinger Symposium: Nutrient, Substrate and Water Management in Protected Cropping Systems, 7-10 December 2003, p: 381-383, İzmir.

- Müftüoğlu N.M., Altay H. ve Türkmen C., 2006 a. Kazdağlarında Korunması Gereken Bir Değer *Cyclamen hederifolium*, II. Ulusal Kazdağı Sempozyumu, s:89-97, Çanakkale.
- Müftüoğlu N.M., Altay H. ve Sungur A., 2006 b. Determination of the Best Sowing Time of The *C. hederifolium* Seeds, 18th International Soil Meeting (ISM) on, Soil Sustaining Life on Earth Managing, Soil and Technology", May 22–26, 2006, 38-42, Şanlıurfa-Turkey.
- Nadeau J.A. ve Sack F. 2002. Stomatal Development in Arabidopsis. In Somerville, C. R. Et Al. (Eds). The Arabidopsis Book. American Society of Plant Biologists 2-33.
- Nasri, M., Zahedi, H., Moghadam, H.R.T., Ghooshcı, F. ve PAKNEJAD, F., 2008. Investigation of Water Stress on Macro Elements in Rapeseed Genotypes Leaf (*Brassica napus*). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3 (4): 669-672.
- Niki E. 1987. Antioxidants in Relation to Lipid Peroxidation. *Chem. Phys. Lipids*,44: 227-253.
- Nikolaeva M.K., Maevskaya S.N., Shugaev A.G. ve Bukhov N.G., 2010. Effect of Drought on Chlorophyll Content and Antioxidant Enzyme Activities in Leaves of Three Wheat Cultivars Varying in Productivity. *Russian Journal of Plant Physiology*, 57 (1): 87-95.
- Nouri-ganbalani A., Nouri-ganbalani G. ve Hassanpanah D.,2009. Effects of Drought Stress Condition on the Yield and Yield Components of Advanced Wheat Genotypes in Ardabil, Iran. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (3-4) : 228 - 234.
- Ofir M. ve Kigel J., 2007. Regulation of Summer Dormancy by Water Deficit and ABA in *Poa bulbosa* Ecotypes, *Annals of Botany* 99: 293–299
- Ojeda F., Simmons M.T. ve Arroyo J., 2001. Biodiversity in South African fynbos and Mediterranean Heathland, *J. Veg. Sci.* 12: 867-874.

- Oliveira Neto C.F., Silva Lobato A.K., Gonçalves-Vidigal M.C., Lobo Da Costa R.C., Santos Filho B.G., Ruffeil Alves G.A., Mello E Silva Maia W.J., Rodrigues Cruz F.J., Borges Neves H.K. ve Santos Lopes M.J., 2009. Carbon Compounds and Chlorophyll Contents in Sorghum Submitted to Water Deficit During Three Growth Stages. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 7 (3-4) : 588- 593.
- Özcan S., Babaoğlu M. ve Gürel E.,2004. Bitki Biyoteknolojisi Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, S.Ü. Vakfı Yayınları, Konya.
- Özcan S., Gürel E. ve Babaoğlu M., 2001. Bitki Biyoteknolojisi II Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları. 1.Baskı, S.Ü. Basımevi, Konya, 456 s.
- Özzambak M.E., İsfendiyaroğlu M., Zeybekoğlu E. ve Kahraman Ö., 2007. Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamaları. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, s:5.
- Papadopoulou E., Gerasopoulos D. Ve Maloupa, E., 1996, Effect of The Substrate and Frequency of Irrigation on Growth, Yield and Quality of Gerbera Jamesonii Bolus Cultivated in Pots. *Agricultura- Mediterranea* 126:3, 297-302.
- Parida A.K., Das A.B. ve Mittra B. (2004). Effects of Salt on Growth, Ion Accumulation Photosynthesis and Leaf Anatomy of The Mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Trees-Struct. Funct.* 18, 167-174.
- Pesarrakli M., 1999. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Decker Inc.NewYork.
- Pinheiro H.A., Damatta F.M., Chaves A.R.M., Fontes E.P.B. ve Loureiro M.E., 2004. Drought Tolerance in Relation to Protection Against Oxidative Stress in Clones of Coffea Canephora Subjected To Long-Term Drought. *Plant Sci.*, 167: 1307-1314.
- Prabucki A., Serek M. ve Andersen A.S., 1999. Influence of Salt Stress on Stock Plant Growth and Cutting Performance of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74 (1): 132- 134.

- Ramachandra Reddy A., Chaitanya K.V., Jutur P.P. ve Sumithra K., 2004. Differential Antioxidative Responses to Water Stress Among Five Mulberry (*Morus alba* L.) Cultivars. *Environ. Exp. Bot.*, 52: 33-42.
- Reddy A.R., Chaitanya K.V., Jutur P.P. ve Sumithra K., 2004. Differential Antioxidative Responses to Water Stress Among Five Mulberry (*Morus alba* L.) Cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 52: 33–42. San Diegosciences, 851: 187-198.
- Rhoades J. D., 1992. Recent Advances in the Methodology for Measuring and Mapping Soil Salinity. Proc. Int'l Symp. On Strategies for Utilizing Salt Affected Lands, Isss Meeting, Feb. 17-25, Bangkok, Thailand.
- Rodriguez P., Torrecillas A. , Morales M.A., Ortuño M.F, Sánchez-Blanco M.J., 2004. Effects of NaCl Salinity and Water Stress on Growth and Leaf Water Relations of *Asteriscus maritimus* plants, *Plant sci.*, 203 , pp. 3–12.
- Romanello G.A., Chuchra-Zbytyniuk K.L , Vandermer J.L. ve Touchette B.W., 2008. Morphological Adjustments Promote Drought Avoidance in The Wetland Plant *Acorus americanus*. *Aquatic Botany*, Volume 89, Issue 4, November 2008, p 390-396
- Romero L., Belakbir A., Ragala L. ve Ruiz J.M., 1997. Response of Plant Yield And Leaf Pigments Tos Aline Conditions: Effectiveness of Different Rootstocks In Melon Plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Sci. Plant Nutr.* 43(4): 855-862.
- Ross A. F., 1959. Dinitrophenol Methot for Reducing Sugar, In Potato Processing. Ed. W. F. Tulburt and O. Smith. S. 469 – 470. *Tavi Publishing co.* Wesport, Connecticut.
- Salisbury F.B. ve Ross C.W., 1992. *Plant Physiology*, *Wadsworth Publishing Co.*, California
- Sanchez F.J., Andres E.F., Tenorio J.L., Ayerbe L., 2004. Growth of Epicotyls, Turgor Maintenance and Osmotic Adjustment in Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjectedto Water Stres. *Field Crops Research*, 86: 81-90.

- Sanchez-Rodriguez E., Rubio-Wilhelmi M.M., Cervilla L.M., Blasco B., Rios J., Rosales M.A., Romero L. ve Ruiz J.M., 2010. Genotypic Differences in Some Physiological Parameters Symptomatic for Oxidative Stress Under Moderate Drought in Tomato Plants. *Plant Science* 178: 30–40.
- Sankar B., Abdul Jaleel C., Manivannan P., Kishorekumar A., Somasundaram R. ve Panneerselvan R., 2008. Relative Efficacy of Water Use in Five Varieties of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench Under Water Limited Conditions. *Biointerfaces*, 62: 125-129.
- SAS Institute Inc., 2003. 100 SAS Campus Drive Cary, NC 27513-2414 USA
- Scandalios J.G., 1997. Oxidative Stress and Molecular Biology of Antioxidant Defenses. Cold Spring Laboratory Pres.
- Schachtman D.P., Munns R. ve Whitecross M.I., 1991. Variation of Sodium Exclusion and Salt Tolerance in *Triticum tauschii*. *Sci.* 31, 992–997.
- Schubert S., Lauchli A., 1990. Sodium Exclusion Mechanism at the Root Surface of 2 Maize Cultivars. *Plant and Soil*, 123: 205-209.
- Schwanz P. ve Polle A., 2001. Differential Stress Responses of Antioxidative Systems to Drought in Pendunculate oak (*Quercus robur*) and Maritime Pine (*Pinus pinaster*) Grown Under High CO<sub>2</sub> Concentrations. *Journal of Experimental Botany*, 52, (354):133-143.
- Sevgican A., 2002. Örtüaltı Sebzeçiligi (Topraksız Tarım) Cilt – II. E.Ü.Z.F. Yayınları, İzmir.
- Sgherry C.L.M., Pinzino C. ve Navari-Izzo F., 1996. Sunflower Seedlings Subjected to Increasing Water Stress by Water Deficit: changes in O<sub>2</sub>- Production Related to The Composition of Thylakoid Membranes. *Physiol Plant.* 96: 446-452.
- Shalhevet J. ve Hsiao, T.H.C., 1986. Salinity and Drought: A Comparison of Their Effects on Osmotic Adjustment, Assimilation, Transpiration and Growth. *Irrig. Sci.*, 7: 249-264.

- Shannon M.C. ve Grieve C.M., 1999. Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. *Scientia Hort.* 78: 5-38.
- Shannon M.C., 1985. Principles and Strategies in Breeding for Higher Salt Tolerance. *Plant and Soil.* 89:227–241.
- Shervin H.W., Farrant J.M., 1998. Protection Mechanisms Against Excess Light in The Resurrection Plants *Craterostigma wilmsii* and *Xerophyta viscosa*, *Plant Growth Regul.*, 24: 202-210.
- Shillo R., Ding M., Pasternak D. ve Zaccari M., 2002. Cultivation of Cut Flower and Bulb Species With Saline Water. *Scientia Horticulturae*, 92:41-54.
- Siripornadulsil S., Train S., Verma D.P.S. ve Sayre R.T., 2002. Molecular Mechanisms of Proline–Mediated Tolerance to Toxic Heavy Metals in Transgenic Microalgae. *Plant Cell* 14, 2837–2847.
- Sivritepe N. ve Eriş A., 1998, Asmalarda Tuza Dayanım ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerinde Araştırmalar. 4. *Bagcılık Sempozyumu*, 20-24 Ekim 1998, Yalova. Bildiriler Kitabı, s:56-63.
- Sivritepe N., 2000. Physiological Changes in Grapevines Induced by Osmotic Stress Originated From Salt and Their Role in Salt Resistance. *Tr. J. of Biology* 24:97-104.
- Smirnoff N., 1993. The Role of Active Oxygen in The Response of Plants to Water Deficit and Desiccation. *New Phytol.*, 125: 27-58.
- Sonneveld C. ve Voogt T., 1983. Studies on The Salt Tolerance of Some Flower Crops Grown Under Glass. *Plant and Soil*, 74, 41-52.
- Sonneveld C., Baas R., Nijssen H.M.C. ve De Hoog J., 2000, Effect of Salinity Substrate Grown Vegetables and Ornamentals in Greenhouse Horticulturae. *Journal Plant Nutrition*, 22:1033-1048.
- Sönmez B., 2004. Türkiye’de Çorak Islahı Araştırmaları ve Tuzlu Toprakların Yönetimi. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 20-21 Mayıs, Ankara, 157-162

- Srivalli B., Sharma G. ve Khanna- Chopra R., 2003. Antioxidative Defence System in Upland Rice Cultivar Subjected to Increasing Intensity of Water Stres Followed by Recovery. *Physiol. Plant.* 119: 503 – 512.
- Stewart J.L., Danielson R.E., Hanks R.J., Jackson E.B., Hagon R.M., Pruitt W.O., Franklin W.T. ve Riley J.P., 1977. Optimizing Crop Production Through Control of Water and Salinity Levels in the Soil. *Utah Water Research Lab. PR. Logan, Utah*, 191.
- Stuhfauth T., Scheuermann R. ve Fock H.P., 1990. Light Energy Dissipation Under Water Stress Conditions. *Plant Physiol.* 92: 1053-1061.
- Szabolics I., 1985. Salt Affected Soils, as World Problem. *Proceeding of the Internotioanal Sympoisum on the Reclamation of Salt- Affected Soils.*
- Taiz L. ve Zeiger S.C.E., 1998. Plant Physiology. University of California, Los Angeles sinauer Associates, Inc. Publisher, 726-735.
- Takamura T., 2006. Cyclamen, Flower Breeding and Genetics, Ed: Anderson, N.O., *Springer-Netherlands* (2006), 459–478 p.
- Tal M., 1983. Selection For Stress Tolerance. In “Handbook Of Plant Cell Culture” Vol. 1, Collier Macmillan Publishers, London, 461-487.
- Tanzarella O.A., Pace C.D. ve Filippetti A., 1984. Stomatal Frequency and Size in *Vicia faba* L. *Crop Sci.* 24: 1070–1076.
- Terenashi Y., Tanaka A., Osumi M. ve Fukui, S., 1974. Catalase Activity of Hydrocarbon Utilizing Candida Yeast. *Agricultural Biology and Chemistry* 38, 1213-1216.
- Tıprıdamaz R. ve Ellialtıoğlu Ő. 1997. Some Physiological and Biochemical Changes in *Solanum melongena* L. Genotypes Grown Under Salt Conditions. *Progress in Botanical Research*, 377-380. (First Balkan Botanical Congress, Thessaloniki, Greece, September 19-22.)
- Türkan İ., Bor M., Özdemir F. ve Koca H., 2005. Differential Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants in the Leaves of Drought-Tolerant *P. acutifolius* Gray and Drought Sensitive *P. vulgaris* L. Subjected to Polyethylene Glycol Mediates Water Stres. *Plant Science*, 168; 223-231.

- Uygan D., Havgören F. ve Büyüктаş D., 2006. Eskişehir Sulama Şebekesinde Drenaj Sularının Kirlenme Durumu ve Sulamada Kullanma Olanaklarının Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*.19(1): 47-58.
- Ünlükara A., Kurunç A., Kesmez D.G., Yurtseven E. ve Suarez D.L., 2008. Effects of Salinity on Eggplant (*Solanum melongena* L.) Growth and Evapotranspiration. *Irrigation and Drainage. Published Online in Wiley Interscience* (www.interscience.wiley.com).
- Ünyayar S., Keleş Y. ve Çekiç F.Ö., 2005. The Antioxidative Response of Two Tomato Species with Different Drought Tolerances as a Result of Drought and Cadmium Stress Combinations. *Plant Soil Environment*.51:57-64.
- Vander W.C., Mundree S.G. ve Farrant J.M., 2002. Tonoplast Intrinsic Proteins in the Resurrection Grass, *Eragrostis nindensis*. Gordon Conference, Oxford, UK.
- Vander W.C., Pammenter N.W., Mundree S.G. ve Farrant J.M., 2001. Some Physiological Comparisons Between The Resurrection Grass, *Eragrostis nindensis*, and The Related Desiccation-Sensitive Species, *Eragrostis curvula*. *Plant Growth Regul.* 35: 121-129
- Vidalie H.,1990. Les Productions Florales. 11, rue Lavosier 75384. PARIS. ISBN 2-85206- 678-5.
- Villegas E., Perez M., Lao M. T., 2003. Influence of Lighting Levels by Shading Cloths on *Cyclamen Persicum* quality. Institute of Natural and Applied Sciences, Cadiz University, Spain.
- Villora G., Moreno A., Pulgar G. ve Romero, L., 2000. Yield Improvement in Zucchini Under Salt Stress: Determining Micronutrient Balance. *Sci. Hort.* 86:175-183.
- Villora G., Pulgar G., Moreno D.A. ve Romero L., 1997. Salinity Treatments and Their Effect on Nutrient Concentration in Zucchini Plants (*Cucurbitia pepo* L. var. *moschata*) Aust. *J.Exp. Agric.* 37: 605-608



- Volaire F., Conejero G. ve Lelievre F., 2001. Drought Survival and Dehydration Tolerance in *Dactylis glomerata* and *Poa bulbosa*. *Australian Journal of Plant Physiology*. 28: 743-754.
- Wahome P.K., 2003. Mechanisms of Salt (NaCl) Stress Tolerance in Horticultural Crops. Mini Review. Proc. IS on Greenhouse Salinity. A. Paradosi et al. (Eds.), *Acta Hort.*, No:609, 127-131.
- Watson R.T., 2001. Climate Change 2001. The Resumed Sixth Conference of Parties to The United Nations Frame Work Convention on Climate Change July, 19, 2001, Bonn, 2001.
- Wingler A. Quick W.P., Bungard R.A., Bailey K.J., Lea P. J. ve Leegood R.C., 1999. The Role of Photorespiration During Drought Stres : An Analysis Utilizing Barley Mutants With Reduced Activities of Photorespiratory Enzymes. *Plant, Cell and Environment* , 22 (4): 361-373.
- Wolf GY., Cassing W., Mosel U. ve Schäfer M., 1991. Institut für Theoretische Physik, Universität Giessen, D-6300 Giessen, Germany.
- Wurr D.C.E., Hanks G.R. ve Fellows J.R., 2001. The Effects of Bulb Storage Temperature, Planting Date and Soil Temperature on The Growth and Development of Narcissus Bulb Units, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 76 (4): 465-473
- Wyn Jones R.G. ve Storey R., 1978. Salt Stress and Comparative Physiology in The Gramineae: IV. Comparison of salt stres in *Spartina X townsendii* and three barley cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.* 5, 839– 850.
- Xu Z. ve Zhou G., 2008. Responses of Leaf Stomatal Density to Water Status and its Relationship with Photosynthesis in a Grass. *Journal Exper. Botany.* 59 (12): 3317-3325.
- Yakupoğlu T. ve Özdemir N., 2007. Tuzluluk ve Alkaliliğin Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *OMU Zir. Fak. Dergisi*, 22(1) :132-138.

- Yang Y.W., Newton R.J. ve Miller, F.R., 1990. Salinity Tolerance in Sorghum. II. Cell Culture Response to Sodium Chloride in *S. bicolor* and *S. halepense*. *Crop Sci.*30: 781–785.
- Yaşar F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yaşar F., Ellıaltıoğlu Ş. ve Yıldız K., 2008. Effect of Salt Stress on Antioxidant Defense Systems, Lipid Peroxidation, and Chlorophyll Content in Green Bean. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2008, 55 (6): 782–786.
- Ye Z., Rodriguez R., Tran A., Hoang H., Los Santos D.D., Brown S. ve Vellanoweth R.L., 2000. The Developmental Transition to Flowering Repeesses Ascorbate Peroxidase Activity and Induced Enzymatic Lipid Peroxidation in Leaf Tissue in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Sci.*, 158: 115-127.
- Yıldırım M., Akçal A. ve Kaynaş K., 2009. The Response of *Cyclamen hederifolium* to Water Stress Induced by Different Irrigation Levels, *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (6), 1069-1073 p, 20, March 2009.
- Yin C., Wang X., Duan B., Luo J. ve Li C., 2005. Early Growth, Dry Matter Allocation and Water Use Efficiency of Two Sympatric *Populus* Species as Affected Water Stres. *Environmental and Experimental Botany*, 53: 315-322.
- Yokoi S., Bressan R.A. ve Hasegawa, P.M., 2002. Salt Stress Tolerance of Plants. JIRCAS Working Report, 25-33.
- Yong T., Zongsuo L., Hongbo S. ve Feng D., 2006. Effects of Water Deficits on the Activity of Anti- Oxidative Enzymes and Osmoregulation Among Three Different Genotypes of *Radix astagali* at Seeding Stage. *Biointerfaces*. 49: 60-65.
- Yuan-Yuan M., Wei-Yi S., Zi-Hui L., Hong-Mei Z., Xiu-Lin G., Hong-Bo S. ve Fu-Tai N., 2009. The Dynamic Changing of Ca<sup>2+</sup> Cellular Localization in Maize Leaflets under Drought Stres. *C. R. Biologies*, 332: 351–362.

- Yurtseven E. ve Baran H.Y., 2000. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokkolide (*Brassica oleracea botrytis*) Verim ve Mineral Madde içeriğine etkisi. *Turk. J.Agric. For* 24(2):185-190, 2000, 185-190.
- Yurtseven E., Kesmez G.D. ve Ünlükara A., 2005. The Effects of Water Salinity and Potassium Levels on Yield, Fruit Quality and Water Consumption of a Native Central Anatolian Tomato Species (*Lycopersicon esculentum*). *Agricultural Water Management*. 78: 128–135.
- Zencirkıran M., 2002. Geofitler. Uludağ Rotary Derneği Yayınları, No:1, Bursa, 105 s.
- Zolinger N., 2007. Growth of *Filipendula purpurea* as Affected by Low Water Uses. Dept. of Plants, Soils and Biometeorology, Utah State University, Logan, UT 84322 – 4820, United States.
- Zurayk R., Tabbarah D. ve Banbukian L., 1993. Preliminary Studies on The Salt Tolerance and Sodium Relations of Common Ornamental Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 16(7):1309 – 1316.

## ÇİZELGELER

## Sayfa No

Çizelge 1. Bitkilerde biyotik ve abiyotik çevresel stres etmenleri .....	7
Çizelge 2. Türkiye’de toprakların tuzluluk durumu .....	19
Çizelge 3. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine göre tuzluluk seviyesi .....	20
Çizelge 4. Tuz yoğunluğuna göre sulama sularının sınıflandırılması .....	21
Çizelge 5. Tuzluluğun artışına bağlı olarak önemli kültür bitkilerinin veriminde meydana gelen oransal azalma.....	24
Çizelge 6. Bazı süs bitkilerinin tuzluluğa hassasiyet derecesi.....	25
Çizelge 7. 2012 Yılı doğal çiçek soğanlarının ihracat listesi tablosu.....	38
Çizelge 8. Siklamen türlerinin genel özellikleri.....	43
Çizelge 9. Kullanılan besin çözeltilisinin içeriği (Hoagland, 1938) .....	47
Çizelge 10. Serada oluşturulan deneme desenine göre bitkilerin yerleşim planı .....	47
Çizelge 11. Araştırmada kullanılan yetiştirme ortamı torfun kimyasal özellikleri .....	48
Çizelge 12. Araştırmada kullanılan sulama suyu kalitesine ilişkin değerler .....	48
Çizelge 13. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak çıkış süresi üzerine olan etkisi (gün) .....	57
Çizelge 14. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak çıkış süresi üzerine olan etkisi (gün) .....	59
Çizelge 15. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin çiçeklenme başlangıcı üzerine olan etkisi (gün) .....	60
Çizelge 16. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin çiçeklenme başlangıcı üzerine olan etkisi (gün) .....	61
Çizelge 17. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin çiçek sayısı üzerine olan etkisi (adet) .....	62

Çizelge 18. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin çiçek sayısı üzerine olan etkisi (adet) .....	64
Çizelge 19. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak sayısı üzerine olan etkisi (g).....	66
Çizelge 20. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak sayısı üzerine olan etkisi (g).....	67
Çizelge 21. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yumru çevre genişliği üzerine olan etkisi.....	69
Çizelge 22. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yumru çevre genişliği üzerine olan etkisi.....	70
Çizelge 23. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yumru ağırlığı üzerine olan etkisi (g).....	72
Çizelge 24. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yumru ağırlığı üzerine olan etkisi (g).....	73
Çizelge 25. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yumru yüksekliği üzerine olan etkisi (mm) .....	74
Çizelge 26. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yumru yüksekliği üzerine olan etkisi (mm) .....	75
Çizelge 27. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak alanı üzerine olan etkisi (mm <sup>2</sup> ).....	75
Çizelge 28. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak alanı üzerine olan etkisi (mm <sup>2</sup> ).....	78
Çizelge 29. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak sapı uzunluğu üzerine olan etkisi (mm).....	80
Çizelge 30. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak sapı uzunluğu üzerine olan etkisi (mm).....	81

Çizelge 31. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak stoma direnci üzerine olan etkisi ( $s\ cm^{-1}$ ).....	82
Çizelge 32. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak stoma direnci üzerine olan etkisi ( $s\ cm^{-1}$ ).....	84
Çizelge 33. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak biyoması üzerine olan etkisi (g).....	85
Çizelge 34. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak biyoması üzerine olan etkisi (g) .....	87
Çizelge 35. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprak oransal su içeriği üzerine olan etkisi (%).....	88
Çizelge 36. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak oransal su içeriği üzerine olan etkisi (%) .....	90
Çizelge 37. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta membran zararlanma indeksi üzerine olan etkisi (%).....	91
Çizelge 38. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta membran zararlanma indeksi üzerine olan etkisi (%).....	93
Çizelge 39. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta toplam klorofil miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu g/100cm^2$ ).....	94
Çizelge 40. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak toplam klorofil miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu g/100cm^2$ ).....	96
Çizelge 41. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta toplam şeker miktarı üzerine olan etkisi (g/100g). .....	97
Çizelge 42. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta toplam şeker miktarı üzerine olan etkisi (g/100g) .....	98
Çizelge 43. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta lipid peroksidasyon düzeyi üzerine olan etkisi ( $\mu mol/g$ ) .....	100

Çizelge 44. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta lipid peroksidasyon düzeyi üzerine olan etkisi ( $\mu\text{mol/g}$ ) .....	101
Çizelge 45. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta prolin miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu\text{mol/g}$ ).....	102
Çizelge 46. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta prolin miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu\text{mol/g}$ ).....	103
Çizelge 47. Siklamen türlerinde farklı sulama düzeylerinin yaprakta hidrojen peroksit miktarı üzerine olan etkisi ( $\text{mmol/kg}$ ) .....	105
Çizelge 48. Siklamen türlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta hidrojen peroksit miktarı üzerine olan etkisi ( $\text{mmol/kg}$ ) .....	106

## ŞEKİLLER

## Sayfa No

Şekil 1. <i>Cyclamen coum</i> ve <i>Cyclamen cilicium</i> yumrularının görünümü .....	41
Şekil 2. (a) <i>Cyclamen hederifolium</i> yumrularının görünümü, (b) <i>Cyclamen hederifolium</i> yapraklarının görünümü. ....	42
Şekil 3. (a) <i>C. coum</i> yapraklarının görünümü, (b) <i>C. cilicium</i> yapraklarının görünümü .....	43
Şekil 4. Denemenin yürütüldüğü ısıtmasız cam sera'nın iç ve dış görünümü.....	44
Şekil 5. <i>Cyclamen</i> yumrularının fungusit ile muamele edilmesi. ....	44
Şekil 6. Yumruların torf ortamında saksıya dikilmesi .....	45
Şekil 7. Saksıların deneme desenine göre serada bençlere yerleştirilmesi.....	45
Şekil 8. Saksıya alınmış <i>Cyclamen</i> bitkilerinde farklı düzeylerde su ve tuz uygulamaları.....	47
Şekil 9. (a) Yumruda çevre genişliğinin ölçülmesi, (b) Yumru ağırlığının bulunması.....	49
Şekil 10. (a) Yaprakta stoma direncinin ölçüldüğü porometre, (b) Yaprak örneklerinin kurutulduğu etüv, (c) Yaprak kuru ağırlığının belirlendiği tartım aleti .....	50
Şekil 11. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesine ait resimler.....	51
Şekil 12. UV-Spektrofotometre'de yaprak klorofil analizlerine ait resimler .....	52
Şekil 13. Lipid peroksidasyon analiz safhalarına ait resimler .....	53
Şekil 14. Sıvı azotla dondurulan yaprak örneklerinin prolin analizi için hazırlanması .....	54
Şekil 15. 2009-2010 ve 2010-2011 yıllarında sera içinde ölçülen, ortalama, minimum, maksimum sıcaklık değerlerinin haftalık değişimi ( <sup>0</sup> C).....	55
Şekil 16. 2009-2010 ve 2010-2011 yıllarında, Ağustos- Mayıs ayları arasında sera içinde ölçülen, ortalama nem değeri (%). ....	56
Şekil 17. <i>Cyclamen hederifolium</i> ve <i>Cyclamen cilicium</i> 'da ilk yaprak ve çiçek çıkışı. ....	58
Şekil 18. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin çiçek sayısı üzerine olan etkisi.....	63
Şekil 19. Farklı sulama düzeylerinde <i>C. coum</i> ve <i>C. cilicium</i> 'un çiçek sayısında meydana gelen değişimleri gösteren resimler .....	63
Şekil 20. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin çiçek sayısı üzerine olan etkisi (adet).....	65



Şekil 21. Farklı sulama düzeylerinde <i>Cyclamen coum</i> ve <i>Cyclamen cilicium</i> 'un yaprak sayıları. ....	66
Şekil 22. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yumruların çevre genişliği üzerine olan etkisi (mm).....	69
Şekil 23. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yumruların çevre genişliği üzerine olan etkisi (mm).....	71
Şekil 24. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprak alanı üzerine olan etkisi (mm <sup>2</sup> ).....	76
Şekil 25. Farklı tuzluluk düzeylerinde <i>Cyclamen coum</i> ve <i>Cyclamen cilicium</i> 'un yaprak alanında meydana gelen değişimler .....	77
Şekil 26. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak alanı üzerine olan etkisi (mm <sup>2</sup> ).....	79
Şekil 27. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprak stoma direnci üzerine olan etkisi (s cm <sup>-1</sup> ) .....	82
Şekil 28. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak stoma direnci üzerine olan etkisi (s cm <sup>-1</sup> ) .....	84
Şekil 29. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprak biyomasi üzerine olan etkisi (g) .....	86
Şekil 30. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak biyomasi üzerine olan etkisi (g).....	87
Şekil 31. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprakta membran zararlanması üzerine olan etkisi (%) .....	92
Şekil 32. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta membran zararlanması üzerine olan etkisi (%).....	93
Şekil 33. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprakta toplam şeker miktarı üzerine olan etkisi (g/100g).....	97
Şekil 34. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta toplam şeker miktarı üzerine olan etkisi (g/100g) .....	99
Şekil 35. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprakta prolin miktarı üzerine olan etkisi. (µmol/g).....	102

Şekil 36. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta prolin miktarı üzerine olan etkisi ( $\mu\text{mol/g}$ ).....	104
Şekil 37. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı sulama düzeylerinin yaprakta hidrojen peroksit miktarı üzerine olan etkisi ( $\text{mmol/kg}$ ).....	105
Şekil 38. Siklamen türlerinde yıllara göre farklı tuzluluk düzeylerinin yaprakta hidrojen peroksit miktarı üzerine olan etkisi ( $\text{mmol/kg}$ ).....	107
Şekil 39. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak sayısı ve stoma direnci arasındaki ilişki.....	108
Şekil 40. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak sayısı ve toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki .....	108
Şekil 41. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak alanı ve stoma direnci arasındaki ilişki .....	109
Şekil 42. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak alanı ve toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki .....	109
Şekil 43. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak alanı ve toplam şeker miktarı arasındaki ilişki .....	110
Şekil 44. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak alanı ile membran zararlanma indeksi arasındaki ilişki .....	110
Şekil 45. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyoması ile stoma direnci arasındaki ilişki.....	111
Şekil 46. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyoması ile toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki.....	111
Şekil 47. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyoması ile toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki.....	112
Şekil 48. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre yaprak biyoması ile membran zararlanma indeksi arasındaki ilişki .....	112

Şekil 49. Farklı sulama ve tuzluluk düzeyine göre YOSİ ile stoma direnci arasındaki ilişki .....	113
Şekil 50. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile toplam klorofil miktarı arasındaki ilişki .....	113
Şekil 51. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile toplam şeker miktarı arasındaki ilişki .....	114
Şekil 52. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile MZİ arasındaki ilişki .....	115
Şekil 53. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile yaprak lipid peroksidasyonu arasındaki ilişki. ....	115
Şekil 54. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile prolin konsantrasyonu arasındaki ilişki .....	116
Şekil 55. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre YOSİ ile hidrojen peroksit arasındaki ilişki.....	116
Şekil 56. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre stoma direnci ile prolin arasındaki ilişki .....	117
Şekil 57. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre stoma direnci ile yaprak lipid peroksidasyonu arasındaki ilişki. ....	117
Şekil 58. Farklı sulama ve tuzluluk düzeylerine göre stoma direnci ile hidrojen peroksit arasındaki ilişki.....	118
Şekil 59. Farklı sulama düzeylerinin uygulandığı <i>Cyclamen cilicium</i> bitkilerinin görünümü.....	119
Şekil 60. Farklı sulama düzeylerinin uygulandığı <i>Cyclamen coum</i> bitkilerinin görünümü.....	119
Şekil 61. Farklı sulama düzeylerinin uygulandığı <i>Cyclamen hederifolium</i> bitkilerinin görünümü. ....	119

Şekil 62. Farklı tuzluluk düzeylerinin uygulandığı <i>Cyclamen cilicium</i>	
bitkilerinin görünümü .....	120
Şekil 63. Farklı tuzluluk düzeylerinin uygulandığı <i>Cyclamen coum</i>	
bitkilerinin görünümü .....	120
Şekil 64. Farklı tuzluluk düzeylerinin uygulandığı <i>Cyclamen hederifolium</i>	
bitkilerinin görünümü .....	120

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Arda AKÇAL  
Doğum Yeri: BALIKESİR  
Doğum Tarihi: 20.07.1979

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri  
Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD  
Bildiği Yabancı Diller: İngilizce, İspanyolca

### BİLİMSEL FAALİYETLERİ

#### Yayınlar:

**A-SCI (Science Citation Index), SSCI (Social Science Citation Index), AHCI (Arts and Humanities Citation Index) tarafından taranan dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar dışındaki makaleler**

1- Yıldırım M, Akçal A ve Kaynaş K., 2009. The response of Cyclamen hederifolium to water stress induced by different irrigation levels, African Journal of Biotechnology, Vol. 8 (6), pp. 1069-1073.

2- Dardeniz A., Yıldırım I., Gökbayrak Z. ve Akçal A.,2008. Influence of shoot topping on yield and quality of Vitis vinifera L., African Journal of Biotechnology Vol. 7 (20), pp. 3625-3628

**B-SCI, SSCI, ve AHCI dışındaki indeks ve özetler tarafından taranan dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar dışındaki makaleler**

1- Gökbayrak, Z., Dardeniz, A., Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Akçal, A., Tunçel, R., 2009. Reserve nutrient contents of the 5 BB grape rootstock canes. American-Eurasian J. Agric. And Environ. Sci.. 5 (5): 599-602.

**C-Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar dışındaki makaleler**

1-M. Şeker, A. Akçal, M.Sakaldaş, M. A. Gündoğdu, 2010. Farklı Çelik Alma Dönemleri ile Oksin Dozlarının Kocayemişin (Arbutus Unedo L.) Köklenme Oranı Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2010, Cilt 24, Sayı 1, 99-108.

2- Kaynaş, K., Şeker, M., Gündoğdu, M.A., Sakaldaş, A., Akçal, A., İzmir, A., 2009. Çanakkale'de Elma Yetiştiriciliğinin Sorunları ve Çözüm Önerileri, TABAD Tarım Bilimleri Araş. Derg. 2(1):35-39

**D- Ulusal kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunulacak, programda yer alan tam metin olarak yayımlanan bildiri**

1- Kaynaş, K., Sakaldaş, M., Akçal, A., Gündoğdu, M., A. ve Sakaldaş, A., 2011. Çanakkale'de Yumuşak ve Sert Çekirdekli Meyve Yetiştiriciliğindeki Gelişmeler, Çanakkale Tarımı Sempozyumu, 10-11 Ocak 2011, Çanakkale.

2- Akçal A. ve Kaynaş K., 2010. Kuraklık Stresi Altındaki Doğal Siklamen Türlerinde Büyüme ve Çiçeklenme Özelliklerinin Belirlenmesi, IV. Süs Bitkileri Kongresi, 20-22 Ekim 2010, Erdemli-Mersin.

3- Şeker M., Sakaldaş M., Akçal A., Gündoğdu M.A., Dardeniz A. ve Özcan H., 2009. Çanakkale'de Bulunan Bodur Elma Bahçelerinin Beslenme Durumlarının Belirlenmesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, I. Ulusal Elma Sempozyumu, 20-22 Ekim 2009, Karaman.

4- Sakaldaş, M., A., Akçal, K., Kaynaş, 2008. Brokolide Modifiye Atmosfer Paket Uygulamalarının Depolama Süresince Bazı Biyokimyasal ve Kalite Özelliklerine Etkileri, VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos 2008, Yalova.

5- A.Akçal, H., Engin,2007. Çanakkale Şartlarında Bazı Kayısı Çeşitlerinin Kış Dinlenmesi Üzerine Araştırmalar, Lapseki Sempozyumu, 23-24 Haziran 2007, Lapseki.

6- K., Kaynaş, A., Akçal, 2006. Kazdağları ve Çevresinde Doğal Olarak Yayılış Gösteren Cyclamen hederifolium'un Saksılı Süs Bitkisi Olarak Yetiştirilme Olanaklarının İncelenmesi II. Ulusal Kazdağları Sempozyumu, 22-25 Haziran 2006, Çanakkale.

7- M., Şeker, M., Sakaldaş, A., Akçal, 2006. Kazdağı Yöresinde Zeytin Yetiştiriciliğinin Yapısı, Sorunları ve Çözüm Önerileri, II. Ulusal Kazdağları Sempozyumu, 22-25 Haziran 2006, Çanakkale.

8- K., Kaynaş, A., Akçal, 2006. Çanakkale Koşullarında Saksı Bitkisi Olarak Yetiştirilen Cyclamen hederifolium'da Farklı Işıklanma Sürelerinin, Bitki Gelişimi ve Çiçeklenmesi Üzerine Olan Etkileri, III. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, 8-10 Kasım 2006, İZMİR

**E- Ulusal kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunulacak, programda yer alan özet metin olarak yayımlanan bildiri ya da poster veya gösteri**

1- Akçal, A. ve Kaynaş, K., 2011. Çanakkale Doğal Florasında Yer Alan Bazı Bitki Türlerinin Süs Bitkisi Olarak Değerlendirilme Olanakları. Çanakkale Tarımı Sempozyumu, 10-11 Ocak 2011, Çanakkale

2- Sakaldaş, M., Akçal, A., Gündoğdu, M., A. ve Şeker, M., 2011. Çanakkale İlinde Yetiştirilebilme Olanakları Bulunan Alternatif Meyve Türleri : Trabzon Hurması, Hünnap ve Nashi, Çanakkale Tarımı Sempozyumu, 10-11 Ocak 2011, Çanakkale.

3- Dardeniz A., Sakaldaş M., Akçal A., Gökbayrak Z. ve Gündoğdu M. A. , 2009. Elhamra (Hönüsü) Üzüm Çeşidinde Farklı Hasat Sonrası Uygulamaları İle Depolama

Yöntemlerinin Üzümün Kalitesi Üzerine Etkileri, VII. Türkiye Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, 5-9 Ekim 2009, Manisa.

4- Sakaldaş M., Akçal A. ve Kaynaş K., 2008. Karnabaharda Farklı Modifiye Atmosfer Paket Uygulamalarının, Farklı Depolama Sürelerinde, Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri, VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos 2008, Yalova.

5- Engin H. ve Akçal A., 2007. Bazı Kayısı Çeşitlerinde Dormex (Hydrogen Cyanamide)'in Çiçektozu Oluşumu, Çiçektozu Üretimi ve Çimlenme Gücüne Etkileri, V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Kasım 2007, Erzurum.

### **İŞ DENEYİMLERİ**

1- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Araştırma Görevlisi / Çanakkale 2005 – 2010

2- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Araştırma Görevlisi / Çanakkale 2010 – ...